Untersuchung über die Farbenunterschiedsempfindung bei Schulkindern

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt von

Werner Kobelt
aus Marbach (St. Gallen), Schweiz

Mit 8 Abbildungen, 4 Tabellen und 10 Kurven im Text

Verlagsbuchhandlung von Alfred Hahn in Leipzig
1914

Angenommen von der II. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Brahn und Wundt.

Leipzig, den 29. Juli 1913.

DER PROKANZELLAR
Le Blanc.

Erschienen in den „Pädagogisch-Psychologischen Arbeiten (Veröffentlichungen des Instituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipziger Lehrervereins)". Herausgegeben von Dr. Max Brahn. V. Band, Seite 73—130.

Untersuchung über die Farbenunterschiedsempfindung bei Schulkindern.

Von **Werner Kobelt.**

1. Geschichtliche Einordnung und genauere Formulierung des Problems.

In welchen Zusammenhang fügt sich die Arbeit ein?

Das Institut für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipziger Lehrervereins hat sich als eine unter vielen anderen auch die Aufgabe gestellt, den Farbensinn des Schulkindes genauer zu untersuchen. Nun teilt sich diese Aufgabe als Ganzes natürlicherweise in Teilaufgaben. Und zwar folgt diese Teilung derart, wie sich das Problem „Farbensinn" von selbst in Teilprobleme auflöst.

Unter Farbensinn ist je nach dem zu verstehen die Fähigkeit: 1. Farben überhaupt wahrzunehmen, 2. die sog. Grundfarben zu unterscheiden, 3. einer bestimmten Helligkeitsstufe beigegebene minimale Farbentöne zu erkennen (Farbenempfindlichkeit), 4. verschiedene Farbengrade[1]) voneinander zu unterscheiden (Farbenunterschiedsempfindlichkeit), 5. Farbenübergänge zu sehen (Unterschiedsempfindlichkeit für Farbentöne). 6. Gehört endlich unter das Problem „Farbensinn" die Art und Weise der Farbenkombination und in engem Zusammenhang damit 7. die Frage nach der Gefühlsbetontheit der einzelnen Farbentöne und -Sättigungen[2]).

Alle Untersuchungen, die sich bis jetzt mit den unter 1 und 2 genannten Problemen befaßten, haben noch keine Klarheit darüber gebracht, wann Farbenwahrnehmungen beim Kinde zum erstenmal sicher

[1]) Nach Wundtscher Terminologie: Grundzüge Bd. 2/139.

[2]) Eine Arbeit darüber wird eben im Institut des Leipziger Lehrervereins von Herrn Herm. Schmidt durchgeführt.

nachzuweisen sind, und ferner darüber, welche Farbe zuerst und in welcher Reihenfolge die andern vom Kinde wahrgenommen werden. Die immer noch herrschende Unsicherheit ist entschieden auf die Verschiedenheit der Methoden zurückzuführen. Es ist klar, daß für die Beantwortung der Fragen alle jene Methoden wegfallen müssen, die mit der Benennung der Farben in irgend einer Beziehung stehen. Aber bei ganz kleinen Kindern, bei denen ja eine Fähigkeit der Fixation der Aufmerksamkeit nicht vorausgesetzt werden kann, müssen auch beinahe alle andern Methoden mehr oder weniger versagen. Da sowohl die Frage nach dem ersten Erkennen, als die nach der ersten Unterscheidung sich auf die ersten Lebensmonate bzw. ersten Lebensjahre bezieht, und da ferner sämtliche Methoden ungenau sind, braucht hier nicht einzeln auf die vorliegenden Untersuchungen eingegangen zu werden. Ich verweise aber auf eine Zusammenstellung der Resultate bei Meumann, Vorlesungen Bd. 1, 2. Auflage, und bei Engelsperger und Ziegler, Zeitschr. für exp. Päd. Bd. 2. Im übrigen finden sich die Titel aller einschlägigen Werke im Literaturnachweis.

Noch ist hier zu erwähnen, daß alle Autoren zugeben, daß beim Eintritt in die Schule alle normalen Kinder die Fähigkeit der Farbenunterschiede für alle Grundfarben mindestens besitzen, wenn auch ein ziemlicher Prozentsatz der Schulanfänger noch keine feste Verbindung zwischen Farbentonempfindung und sprachlichem Ausdruck dafür hergestellt hat.

Was die Genauigkeit in der Methode anbelangt, konnte ich nur eine einzige Untersuchung finden, die für meine Arbeit irgendwie in Betracht kam. Es ist die Untersuchung von Jones[1]), die die Frage zu beantworten sucht, wie schnell Kinder bestimmte Farben, die in exaktem Verhältnisse bestimmten Graustufen beigemischt sind, erkennen. (Vergl. auch Meumann, Vorlesungen Bd. 1, 2. Aufl.) Jones hat zum erstenmal nach exakter Methode eine Anzahl (4) Kinder jeder Altersstufe mit dem Farbenmischapparat von Zimmermann unter hauptsächlicher Anwendung einer Konstanzmethode untersucht. Was einzelne technische Fragen anbelangt, hat Jones meiner Untersuchung vorgearbeitet.

Der prinzipielle Unterschied hingegen, der zwischen einer einfachen Farbenempfindung und dem Vergleichen zweier Farbenempfindungen besteht, hat mich gezwungen, eine andere Art des Vorgehens bei den Einzelversuchen anzuwenden.

Ich stand somit bei Beginn der Versuche beinahe isoliert da, sowohl mit Bezug auf Methode als auch in Hinsicht irgend welcher Resultate, die ich hätte zur Vergleichung heranziehen können.

---

[1]) L. W. Jones, Untersuchung über die Reizschwelle für Farbensättigung bei Kindern. Veröffentlichungen des Instituts des Leipziger Lehrervereins. Bd. 2.

Was aber die Vertiefung des Problems betrifft, haben mir die vorliegenden Arbeiten wertvolle Beiträge geleistet. Eine Klärung der verwickelten Sachlage gibt zwar keine von allen. Dafür aber suchten fast alle Autoren eine Lösung des Problems, so daß es wohl angezeigt ist, einige Ansichten hier anzuführen.

Zunächst aber sei hier das Hauptproblem aller derartigen Untersuchungen genannt. Es heißt: Gibt es eine Entwicklung im Farbensehen? Wenn ja, ist sie dann zurückzuführen auf physiologische oder psychologische Faktoren?

Schärfer gefaßt müßte das Problem lauten: Ist eine Entwicklung der beim Farbenunterscheiden beteiligten physiologischen Faktoren nachzuweisen? oder kann nachgewiesen werden, daß der periphere Apparat schon ganz früh die Feinheit besitzt, die für die verlangten Leistungen genügt, so daß eine zunehmende Feinheit in der Leistung sicher auf psychologische Faktoren zurückzuführen ist?

Von den Autoren, die sich gegen eine physiologische Entwicklung aussprechen, seien hier angeführt:

Raehlmann[1]): Er hat sowohl bei Kindern, als auch bei von ihm selbst operierten Blindgebornen sorgfältige Untersuchungen angestellt und gelangt zu folgendem Schluß: „Die Farbenempfindung ist eine dem menschlichen Gesichtssinn eigentümliche und offenbar der spezifischen Energie der Sehnerven entsprechende Eigenschaft, welche mit der ersten Funktion des Optikus fertig gegeben ist. Die eigentliche Frage ist daher nur die, zu welcher Zeit das Kind von dieser Eigenschaft des Gesichtssinnes zuerst Gebrauch macht, d. h., wann es die Farbenempfindung zuerst zur Unterscheidung verschiedener Gegenstände benutzt."

Preyer[2]): Auf Seite 14 seines Werkes führt er aus: „Jedenfalls ist die Ausbildung der Farbenunterscheidung, wenn auch individuell verschieden, in erster Linie von der Übung abhängig, und die häufigen Mängel derselben bei Erwachsenen sind ohne Zweifel mindestens auf Vernachlässigung in der Kindheit zurückzuführen."

K. Schäfer[3]): in den „Beiträgen": „Farbenempfindungs- und Farbenunterscheidungsvermögen wird nicht etwa durch Unterricht entwickelt, sondern ist angeboren. Von einer Erziehung des Farbensinns kann nur die Rede sein mit Bezug auf Schärfung der Aufmerksamkeit, der Selbstbeobachtung, überhaupt der geistigen Verwertung des Empfindungsmaterials."

---

[1]) Raehlmann, Über den Farbensinn bei Kindern. Ophthalmol. Klinik, Bd. 7/321, 1903.

[2]) Preyer, Die Seele des Kindes.

[3]) K. Schäfer, Beiträge zur Kinderforschung und Heilerziehung, Heft 31, 1907.

C. und W. Stern führen in ihrer Arbeit über die „Kindersprache" eine Stelle aus Schäfer in der schon genannten Schrift an: „Das Kind ist nicht etwa farbenblind, wie man früher zuweilen meinte, ja nicht einmal farbenuntüchtig. Versuche lassen vermuten, daß die rein periphere Unterschiedsempfindung für Farben kaum eine Entwicklung durchmacht." Und die Verfasser selbst Seite 229 der „Kindersprache": „Nur ein Manko an Aufmerksamkeit und Interesse macht die aus rein sensoriellen Gründen unbegreiflichen Verwechslungen (der Farben) erklärlich."

Eine physiologische Entwicklung nehmen an:

Edridge-Green[1]). Nach ihm ist zum Beispiel die Farbenblindheit nichts anderes, als das Zurückbleiben auf einer früheren Stufe der Entwicklung. Er sucht dann die einzelnen Stufen der Entwicklung festzustellen. Die erste der Stufen wäre die Schwarz-weiß-Stufe. Dann folgt die Rot-violett-Stufe, d. h. der Zeitabschnitt, in welchem das Kind und die Menschen neben der Schwarz-weiß-Empfindung nur die Fähigkeit hatten, rot und violett zu empfinden. Diese Stufe habe Homer erreicht.

Entschieden vertritt auch Meumann die Ansicht, es handle sich bei den Fortschritten der Sinnesfähigkeiten um physiologische Entwicklung. Nachdem er die Arbeit von Jones sehr ausführlich besprochen hat, äußert er sich in der Zusammenfassung der Resultate wie folgt[2]): „Auf jeden Fall sehen wir also eine ganz bedeutende Steigerung einer so elementaren Funktion wie der Empfindung für Farbensättigung noch während der Schulzeit eintreten. Deshalb ist wohl auch die weitere Annahme erlaubt, daß auch die Feinheit der Unterscheidung für Farbentöne während der Schulzeit noch zunimmt. Wir wissen freilich nicht, ob das als eine Verfeinerung des peripheren Sinnesorgans und des ganzen optischen Nervenapparates anzusehen ist, oder als Verfeinerung der höhern geistigen Fähigkeiten, die beim Farbenerkennen in Betracht kommen, insbesondere der Konzentration der Aufmerksamkeit auf schwache Farbeneindrücke. Aber eine so enorme Verfeinerung des Farbensinnes kann nicht bloß auf die Mitwirkung der höhern geistigen Faktoren bezogen werden, also müssen wir auch eine fortschreitende physiologische Verfeinerung des Sinnesapparates selbst annehmen."

Ob man zu diesem Schluß berechtigt ist, bleibe vorläufig dahingestellt. Der Verfasser der betreffenden Arbeit, Jones selbst, wagt den Schluß nicht. Und doch hätte gerade er, wenn er Grund genug dafür zu haben geglaubt hätte, sich entscheiden müssen. Denn wer während der einzelnen Arbeit selbst ständig die Versuchsperson (Vp.) zu kon-

[1]) Edridge-Green, The evolution of Colour Sense. Journal of Mental Sense, Vol. 47, 1901.

[2]) Meumann, Vorlesungen Bd. 1, 2. Aufl.

trollieren hat, muß in der langen Zeit der Versuche zu einer bestimmten subjektiven Überzeugung kommen, die mindestens zur Ergänzung der Versuchsresultate beigegeben werden sollte. Jones scheint aber eine solche Überzeugung nicht gewonnen zu haben. Er gibt zwar die Möglichkeit zu, daß man es vielleicht mit einer physiologischen Entwicklung der Organe zu tun habe. Aber, schreibt er wörtlich[1]): „Es ist noch nicht nachgewiesen, wann diese Prozesse vollkommen sind." Um Klarheit zu erhalten, schlägt er zwei Verfahren vor: „1. Dieselbe Untersuchung müßte mit taubstummen Kindern ausgeführt werden. Wenn die Schwellenwerte bei ihnen geringer sind, könnte man vielleicht vermuten, daß bei solchen Kindern die Aufmerksamkeit übernormal entwickelt ist. In dieser Weise ließe sich vielleicht der Einfluß der psychologischen Faktoren feststellen. 2. Es müßte eine Untersuchung über die Unterschiedsschwelle unternommen werden. Wenn die psychologischen Faktoren hier von größerer Wichtigkeit als bei der Reizschwellenbestimmung sind, würde sich vor allem der Einfluß der Übung stärker bemerkbar machen."

Dazu ist zu bemerken, daß erstens die Frage noch nicht geklärt ist, ob bei taubstummen Kindern nicht vielleicht der ganze Sinnesapparat in seiner Feinheit heruntergesetzt ist, also eine direkte Vergleichung dann nicht mehr möglich ist. Leider ist die betreffende Arbeit[2]) noch nicht abgeschlossen. 2. Ist es sehr fraglich, ob bei Kindern die Übung eine uneingeschränkte Verfeinerung der Unterschiedsschwelle zeigen würde, da die Aufmerksamkeit und die Willensbetätigung bei Kindern sehr schwankend ist und ganz sicher die Übungskurven dadurch sehr stark beeinflußt werden müßten. So ist die Sachlage also bedeutend verwickelter, als sich beim ersten Anblick annehmen ließ.

Ein Weg aber liegt noch offen, auf dem man dem Problem näher rücken kann. Es ist der: Wenn es gelingt, bei der Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit Darbietungen zu geben, die für die Vp. verschieden schwer sind, die aber doch unter sonst gleichen Bedingungen stehen, so muß sich aus den verschiedenen Resultaten ein Schluß über die bei der Farbenempfindlichkeit beteiligten Faktoren ziehen lassen. Zeigt z. B. eine Darbietung, die relativ wenig psychologische Faktoren zur Arbeit zwingt, bei der also physiologische Faktoren den Hauptanteil an der Leistung haben, keine oder nur geringe Verfeinerung der Leistungen mit zunehmendem Alter, zeigt hingegen eine Darbietung, die sicher mehr psychologische Faktoren zur Zusammenwirkung bringen muß, eine größere Verfeinerung, so ist man zum Schluß berechtigt, daß geistige Momente zu der Entwicklung viel mehr beitragen als physiologische.

---

[1]) Jones, a. a. O. S. 62.

[2]) Ausgeführt von Herrn K. Schleif im Institut des Leipziger Lehrervereins.

Einen weitern Beitrag zu der Lösung der Frage muß ferner das Verhältnis der Schwellenwerte[1]), isoliert betrachtet, zu den Variationswerten (in unserm Falle zu den M-Werten) bringen. Wenn die Schwellenwerte bei der leichteren und schwereren Darbietung ungefähr gleichbleiben, während die M-Werte bei beiden Anordnungen ziemliche Differenzen zeigen, so ist wiederum der Schluß richtig, der behauptet, daß das Farbenunterscheiden durch geistige Fähigkeiten bedingt sei.

Eine dritte Art der Beweisführung wird folgende sein: Wenn es wahr ist, daß der Anteil der physiologischen Faktoren beim Farbenunterscheiden gegenüber demjenigen der psychologischen sehr gering ist, so ist es wohl möglich, daß zwar eine generelle Entwicklungskurve zustande kommt, daß aber einzelne jüngere Kinder in Einzelresultaten bedeutend besser stehen können als ziemlich ältere Vp. Zeigt doch die tägliche Erfahrung, daß verschieden schnelle psychische Entwicklung oder verschieden hohe Veranlagung große Altersunterschiede ausgleicht[2]).

Viertens endlich läßt sich noch eine Annahme machen, deren Erfüllung einen neuen Beweis bedeuten würde. Wenn hauptsächlich physiologische Faktoren bei der Farbenunterschiedsempfindung mitsprechen, so ist vorauszusetzen, daß beim gleichen Kinde wiederholte gleiche Versuchsserien Resultate ergeben, die nicht stark verschieden sind. Zeigen hingegen verschiedene Serien gleicher oder sehr ähnlicher Versuchsanordnung bei einer Versuchsperson merkliche Verschiedenheiten, so sind diese sicher auf Verschiedenheit der geistigen Disposition zurückzuführen, da es unerklärlich wäre, daß unter gleichen äußern Bedingungen das Organische am Sehapparat einmal vielleicht sehr gut, einmal vielleicht sehr schlecht arbeitet.

Die vorliegende Arbeit wird also auf diese vier Punkte zu achten haben, soll sie überhaupt einen Beitrag zur theoretischen Seite des Farbensehens bringen.

Eng aber ist mit dieser theoretischen Seite die praktische verknüpft. Je nach dem Resultate wird auch die Frage der Farbenerziehung gelöst werden müssen. Wo das Organische noch nicht völlig entwickelt ist, hat die Erziehung einfach zu warten, zum mindesten ihre Forderungen sehr stark zu reduzieren. Denn ich glaube nicht, daß auch noch so sorgfältige Übung dort große Erfolge haben kann, wo die organischen Voraussetzungen zu einer Tätigkeit noch nicht gegeben sind. Umgekehrt muß für den Fall, daß die Vergrößerung der Leistung im Farbenunterscheiden auf psychologische Faktoren zurückgeführt werden kann, der Erzieher sich sagen, daß hier mit Aussicht auf Erfolg erzieherisch einge-

[1]) Auf die Schwellenwerte komme ich zu sprechen bei der Darlegung der psychophysischen Methode.

[2]) Z. B. Piorkowski, Päd.-Psych. Arb. IV, oder Chotsen, Zschr. f. angew. Ps.

griffen werden kann, ja eingegriffen werden muß. Denn in diesem Falle hat die Frag noch eine andere Seite. Eine Übung und Erziehung im Farbenunterscheiden[1]) sowohl in Hinsicht auf Farbengrade als Farbenton wird dann nicht nur den spezifischen Erfolg haben, sondern überhaupt das Kind im allgemeinen weiter bringen, da gleichzeitig Aufmerksamkeit und Wille ihre Ausbildung erfahren. Es wäre sodann erlaubt, zu behaupten, daß es ganz angebracht ist, die Forderung nach viel mehr Sinnestätigkeit in den ersten beiden Schuljahren zu unterstützen. Denn jene — es sei mir der Ausdruck gestattet — formale Emporbildung des Kindes an Hand der Erziehung der einfachen Sinnestätigkeit würde ein ungeheurer Gewinn sein für die dann stärker einsetzende eigentliche Denkarbeit beim Lesen, Rechnen und Schreiben.

Was endlich die praktische Seite der Lösung der Frage für das Leben (Beruf) bedeutet, dafür mögen hier einige Andeutungen genügen. Hingewiesen sei auf einen Artikel des Dr. Guttmann[2]), in dem ausführlich die Bedeutung des guten Farbensehens und hauptsächlich des Farbenunterscheidens dargelegt wird. Die Ausführungen haben dort zwar den Zweck, die Farbenblinden und Farbenschwachen vor dem Ergreifen eines ungeeigneten Berufes zu warnen. Allein was für jene beiden Menschenklassen gilt, gilt in engerem Maße allerdings für uns alle. Chemiker, Ärzte, Bakteriologen, Geologen, Apotheker, Drogisten, Färber, Maler, Buchbinder, Photographen, Angestellte in Farbenfabriken, Juweliere usw., bedürfen zur Ausübung ihres Berufes nicht nur des vollen Farbensinnes, der zur groben Unterscheidung von Farben genügt, sondern müssen, wollen sie halbwegs Tüchtiges leisten, teilweise unendlich große Feinheit für die Beobachtung kleinster Unterschiede besitzen. Daß z. B. eine genaue Blutuntersuchung mit der Sahlischen Methode[3]) ohne bedeutende Fähigkeit im Farbenunterscheiden unmöglich ist, wird jeder erfahren, der vor eine solche Aufgabe gestellt ist.

Von früh an aber die Kinder durch systematische Erziehung zu einer Leistungsfähigkeit zu bringen, die den beruflichen Anforderungen genügt, muß mit zu den Zielen des Schulunterichtes gehören.

2. Methode.

Nachdem das Vorhergehende das „was" der vorliegenden Untersuchung angegeben hat, soll in diesem Abschnitte dargestellt werden, welche Methoden dem Verfasser zu den Untersuchungen zur Verfügung

[1]) Ich glaube nicht, daß die Farbentonunterschiedsempfindlichkeit sich wesentlich anders verhält als die Unterschiedsempfindlichkeit für Farbengrade.

[2]) Umschau, Heft 22, Jahrg. 16, 1912.

[3]) Wie sie Herr Meyrich im Institut des Leipziger Lehrervereins durchführt (Bd. IV S. 92).

standen. Hier ist zuerst zu betonen, daß die äußere Einrichtung beinahe vollständig von der Jonesschen Arbeit übernommen wurde. Aber an Stelle des Zimmermannschen Rotationsapparates benutzte ich den Marbeschen. Der Grund liegt darin, daß mir, da ich beim Aufmontieren der Scheiben bedeutend kompliziertere Verhältnisse vor mir hatte, die Sicherheit im Festmachen der Scheiben beim Marbeschen Apparat größer erschien, d. h. jene Sicherheit konnte beim Marbeschen Apparat leichter erreicht werden. Zudem ist es beim Marbe besser zu erreichen, daß die Scheiben möglichst nahe aneinander gebracht werden.

Zur Herstellung der zwei Stufen von Sättigungen (Farbengrade) benutzte ich Farbscheiben, hergestellt aus Heringschem Farbenpapier, das der Universitätsmechaniker Rothe[1]) lieferte. Um die von Jones gemachten Vorarbeiten benützen zu können, verwendete ich die gleichen Farbentöne: Rot Nr. 2, Gelb Nr. 4, Blau Nr. 10. Das Heringsche Papier zeichnet sich durch völlige Glanzlosigkeit und absoluten Widerstand gegen Verfärbung aus. Diese Farbscheiben wurden nun mit Scheiben

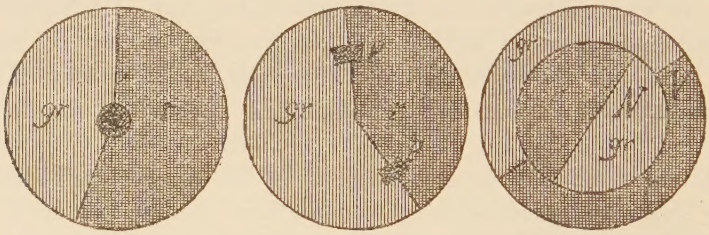


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.
V und N zusammen.

Abbildung 1.

aus Graustufen entsprechender Helligkeit kombiniert, so daß die Farb- und Grauscheiben, ineinander geschoben, gegenseitig verschoben werden konnten. Je nach dem zeigte eine solche Doppelscheibe bald mehr grau, bald mehr Farbe. So wurde dann bei der Rotation bald eine mehr, bald eine weniger gesättigte Stufe der betreffenden Farbe erzielt. Die obenstehenden Figuren (Abb. 1) veranschaulichen ein Scheibenpaar. Die erste Figur von links zeigt die Vorderansicht einer ineinander geschobenen Rot- und Grauscheibe, die mittlere Figur zeigt die Hinteransicht der gleichen Scheiben mit den Befestigungsstreifen (P). Die Scheiben werden im Mittelpunkt mit der Schraube S fixiert und vermittelst der Streifen P in den Klemmschrauben unseres Apparates festgeschraubt, so daß sie nun durch die beweglichen Teile des Apparates gegeneinander verschoben werden können. Man wird zwar beim ge-

[1]) Universitätsmechaniker Rothe, Physiologisches Institut, Leipzig, Liebigstr. 16.

wöhnlichen Marbeapparat die erwähnten zwei Klemmschrauben nicht finden. Ich habe jedoch durch Zimmermann[1]) am beweglichen Arm, der die zu verschiebende Scheibe trägt, ein Klemmplättchen anbringen lassen, das nun ermöglicht, die beiden Scheiben genau gleich weit vom Mittelpunkt weg zu fixieren. Da die Änderung von jedem Experimentator sicherlich als wesentliche Verbesserung empfunden werden wird, sei versucht, sie hier anschaulich zu machen. Ich habe gefunden, daß erst jetzt der Marbesche Apparat für große Versuchsreihen brauchbar ist.

Der durch die Feder und Saite bewegliche Arm A in Abb. 2 ist Träger der beweglichen Scheibe. Die Scheibe mußte bis jetzt in der Nähe des Mittelpunktes M durch die Schraube R befestigt werden, was zur Folge hatte, daß das Papierstreifchen, das eingeklemmt wurde, sehr oft riß. Außerdem vibrierten die bewegliche Scheibe und die feste nicht gleich, weil der Fixationspunkt der festen bei K 1 liegt, also weiter vom Zen-

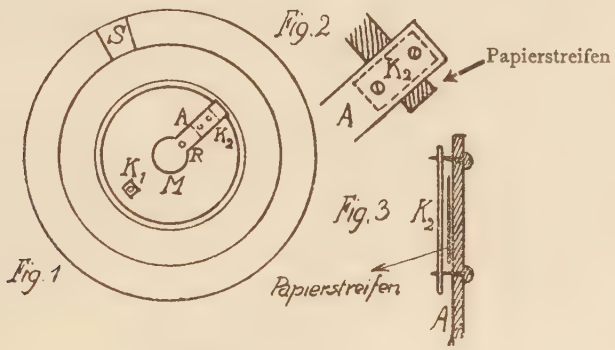


Abb. 2.

trum weg als R. Beiden Übelständen hat die Verbesserung, die jeder Mechaniker leicht anbringen kann, völlig abgeholfen.

Eine zweite Verbesserung sei hier noch genannt. Beim gewöhnlichen Marbe ist die Saite am Schlitten[2]) zu wenig beweglich angebracht. Das Saitenknöpfchen vermag den Umdrehungen des Apparates nicht zu folgen. Dadurch dreht sich die Saite in sich auf, sie verkürzt sich, und die ursprüngliche Gradeinstellung geht verloren. Zudem reißt die Saite sehr bald. Diesem Mangel half auf meine Vorschläge Zimmermann dadurch ab, daß er vermittelst eines Konus aus sehr hartem und eines Kügelchens aus weichem Metall ein Gelenk herstellte. Das Kügelchen dreht sich auf dem Konus auf einer Seite der Durchbohrung. An der andern Seite liegt das Knöpfchen der Saite fest an, so daß nun das

[1]) E. Zimmermann, Fabrik wissenschaftl. Apparate, Leipzig, Emilienstr. 21.

[2]) Vgl. Abbildung in Wundts Grundzüge der physiologischen Psychologie, Bd. 1, S. 524, 5. Auflage.

Drehgelenk von der Saite auf Kugel und Konus übertragen ist, Gelenk bei G statt bei K (Fig. 1 in Abb. 3). Eine Gradeinteilung, die eine direkte Ablesung gestattet, findet sich dort, wo der bewegliche Arm nach hinten abbiegt. Ein kleiner Zeiger erleichtert das Ablesen. Es ist jedoch nötig, die Skala künstlich zu beleuchten. Natürlich muß das Licht nach jeder Ablesung ausgedreht werden. Da übrigens bei meinen Versuchen die Steckkontaktlampe hinter einer Pappwand stand, konnte

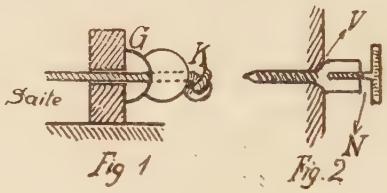


Abb. 3.

das durch Milchglas gedämpfte Aufleuchten keinen Einfluß auf die Vp. haben.

Wenn nun auf die angegebene Weise die Grau- und Farbscheibe aufmontiert sind, so gestattet der Apparat, alle möglichen Einstellungen in Stufen von 1^0 Genauigkeit vorzunehmen. Ich werde in Zukunft den Reiz, den diese beiden veränderlichen (weil gegeneinander verschiebbaren) Scheiben bei der Rotation ausüben, kurz mit V bezeichnen, was

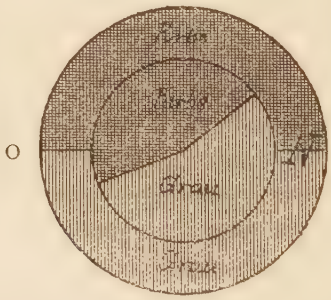


Abb. 4.

Vergleichsreiz heißen soll. Dieses V muß nun mit einem sich stets gleich bleibenden Normalreiz N verglichen werden können. Das N wird erzeugt durch zwei in ihren Gradverhältnissen festbleibenden Scheiben aus gleicher Farbe und gleicher Graustufe wie V. In Abb. 1 stellt bei Fig. 3 das innere Scheibenpaar N dar. Ihr Gradverhältnis ist 180^0 Farbe: 180^0 grau. Dieses N wird nun vermittelst einer Doppelschraube auf den Apparat aufgeschraubt. Eine Doppelschraube ist nötig, damit einerseits die beweglichen Scheiben des V nicht zu stark gegen den Apparat ge-

drückt werden, andererseits das N aber doch völlig festgemacht werden kann. In Abb. 3 Fig. 2 findet sich die von Zimmermann auf meine Vorschläge hin konstruierte Schraube.

Die Fig. 3 in Abb. 1 zeigt die Anordnung bei Raumlage 1. Es ist aber nötig, die Reize in der Lage zu vertauschen, um zu untersuchen, ob die Lage der Reize einen wesentlichen Einfluß auf die Beurteilung der Empfindungen habe. Zu diesem Zwecke wird das V gleich konstruiert, nur werden die Radien entsprechend kleiner gewählt. Das N hingegen erhält jetzt die Form eines Kreisringes, bei dem z. B. Farbe und Grau mit je 180° vertreten sind. Der Ring muß bei O (Abb. 4) offen sein, damit er in den äußeren Ring des Marbeschen Apparates hinein geschoben werden kann (Abb. 2 Fig. 1 bei S).

In beiden Fällen der Raumlage verhalten sich die beiden Reize so, daß die Vp. den einen Reiz direkt am andern anliegend, Rand an Rand sieht. Es ist dies die leichteste Darbietung, die man sich denken kann. Um nun aber eine Steigerung der Schwierigkeit des Urteils zu erzielen, d. h. um mehr geistige Faktoren zur Teilnahme am Urteilsakt zu

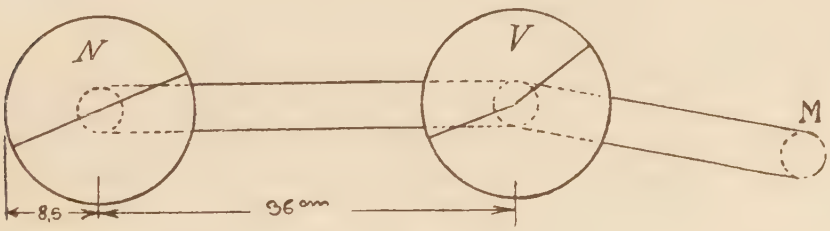


Abb. 5.

zwingen, wurde noch eine zweite Anordnung gewählt. V und N wurden getrennt voneinander unter Zuhilfenahme einer gewöhnlichen Rotationsachse dargeboten.

Dazu konstruierte mir Zimmermann eine einfache Rotationsachse, die ein Treibrad von gleichem Durchmesser besaß, wie der Marbe-Apparat. Zugleich wurde auf der Marbeschen Achse ein zweites Treibrad aufmontiert, so daß nun eine gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Rotationsachsen erreicht war (Abb. 5). Die Radien der Scheiben waren je 8,5 cm, ihr Mittelpunktzwischenraum 36 cm. Die Raumlage nebeneinander gestattete zwei Darbietungen: Die Sukzessivdarbietung und die Simultandarbietung. Man brauchte ja nur die Reize nacheinander darzubieten, so war eine weitere Steigerung in der Schwierigkeit erreicht, denn zu den übrigen Fähigkeiten mußte beim Urteil noch das unmittelbare Behalten zu Hilfe genommen werden.

Mit allen drei Anordnungen wurde gearbeitet. Damit aber waren noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden. Es galt zunächst jeden Hellig-

keitskontrast möglichst zu eliminieren. Es durfte nicht vorkommen, daß die Graustufe und die Farbe in der Helligkeit verschieden waren. Da schon Jones darauf zu achten hatte, hat er die nötigen Helligkeitsbestimmungen der vier Farbentöne im Verein mit Herrn Rothen durchgeführt[1]), der an die vorliegende Arbeit auch herangegangen, dann aber an der Ausführung verhindert worden war. Eine kurze Nachprüfung ergab, daß ich mich auf die Bestimmungen durch Jones verlassen und die Graustufen übernehmen konnte. Jones hat erst aus Schwarz und Weiß am Rotationsapparat ein Grau gemischt, das nach den Resultaten von Versuchsreihen in der Helligkeit den Farben entsprach. Das Grau wurde dann wieder verglichen mit den Stufen in der Helligkeitsskala von Zimmermann. So entsprach dem Gelb die Graustufe 4, dem Grün Nr. 6, dem Rot Nr. 8 und dem Blau Nr. 16.

Jetzt mußte noch Bedacht darauf genommen werden, daß nicht Helligkeits- und Farbenkontraste von der Umgebung die Genauigkeit der Untersuchung beeinträchtigen. Ich konstruierte, indem ich Jones

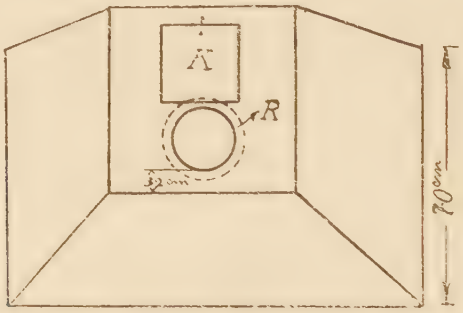


Abb. 6.

folgte, ein Papphäuschen (Abb. 6), dem nur das Dach fehlte. Je nach der benutzten Farbe war die Pappe mit der betreffenden Graustufe beklebt.

Die Pappen waren quadratisch geschnitten, 70 cm Seitenkante. Die Lage des Mittelpunktes der Reizscheiben war so gewählt, daß sie der Augenhöhe eines vor dem Tische sitzenden, mittelgroßen Erwachsenen entsprach. Bei Kindern wurde die Differenz durch Kissenunterlagen ausgeglichen. Um jede kleinste Störung zu beseitigen, brachte ich im Gegensatz zu Jones einen entsprechenden Graukreisring (R) auf der Rotationsscheibe hinten so an, daß die nächste Umgebung der Farbreize sich mitdrehte und keine andere Helligkeit zum Vorschein kam.

[1]) Ich bin Herrn Rothen, Schuldirektor in Bern, für eine Planskizze der Arbeit zu Dank verpflichtet.

Ich brauchte also keinen Rahmen, der das Durchblicken zwischen Scheibe und Hintergrund verhinderte[1]). Da die Versuche in einem grauen Zimmer ausgeführt wurden, darf wohl behauptet werden, daß Helligkeits- und Farbenstörungen ausgeschlossen gewesen sind. Um ein Nachwirken der Reize nach der Urteilsabgabe zu verhindern, brachte ich eine Klappe K (Abb. 6) an, die es unmöglich machte, daß die Vp. sah, in welcher Richtung die Veränderung vor sich ging. Beim „Nebeneinander" der Reize war die Hinterwand des Häuschens mit zwei Öffnungen und Klappen versehen. Die Anordnung blieb sonst völlig gleich.

Der Platz des Versuchsleiters war hinter der rechten (von der Vp. aus gesehen) Ecke des Papphäuschens. Um eine genaue Beobachtung der Vp. dennoch möglich zu machen, brachte ich an der gegenüber liegenden Wand einen Spiegel an, der mir die Vp. von der Seite zeigte. Meistens aber schaute ich zudem noch über die linke Seitenwand, um die Gesichtszüge beobachten zu können, denn erst so war ich gewiß, ob das Kind auch richtig aufpasse.

3. Die Versuchspersonen.

Ich hatte beabsichtigt, von jeder Altersstufe fünf Mädchen und fünf Knaben zu untersuchen. Dazu hatte ich einige erwachsene Vp. mit heranzuziehen, damit eine exakte Vergleichung einigermaßen möglich sei. Während der Voruntersuchungen jedoch dehnte sich der Arbeitsplan je länger je mehr aus, so daß es nicht mehr in meiner Kraft lag, sämtliche Altersstufen zu untersuchen. Ich begann mit Kindern von 14, 8—9 und 5—6 Jahren und zog in der zweiten Versuchshälfte noch die Jahre 6 und 7 (8. und 7. Klasse) herzu. Natürlich hatte ich strenge darauf zu achten, daß diese Kinder unter gleichen Bedingungen arbeiteten wie die übrigen.

Somit ergeben sich als Vp. je 10 Kinder im Alter von

5—6 Jahren = vorschulpflichtiges Alter (V. s. A.)
6—7 „ = 8. Klasse
7—8 „ = 7. „
8—9 „ = 6. „
11 „ = 4. „
14 „ = 1. „
plus 4 erwachsene Vpp.

Im Interesse der Frage nach familiärer Veranlagung untersuchte ich zudem noch zwei Mädchen von 9—10 Jahren, Schwestern zweier meiner Vp. Herr Schuldirektor Linge von der dritten Bezirksschule erlaubte

[1]) Vgl. Jones S. 23.

mir gütigst, in den betreffenden Klassen Kinder zu werben. Ihm, sowie allen Herren Lehrern danke ich bestens für ihre freundliche Liebenswürdigkeit, mir der sie mich unterstützten.

4. Die Gewinnung der Versuchsserien.

Am Anfange meiner Untersuchungen war ich unschlüssig, welche psycho-physische Methode bei meiner Arbeit die zweckmäßigste sei. Die Methode, die Jones angewandt hatte, war bei meiner Arbeit nicht zu gebrauchen, da er keine Gleichheitsurteile erwarten konnte. Wenn es aber gilt, die Empfindungen, die zwei Reizen entsprechen, zu vergleichen, so sind „größer", „kleiner" und „gleich" Urteile zu erwarten. Somit mußte eine Methode angewandt werden, die bei der Verrechnung der Resultate allen drei Urteilsarten gerecht wird. Die Gleichheitsfälle einfach zur Hälfte nach oben und zur Hälfte nach unten hin zu verteilen, scheint mir nicht richtig zu sein, weil gerade das Streuungsgebiet der Gleichheitsurteile für das Verhalten der Vp. sehr wertvollen Aufschluß gibt.

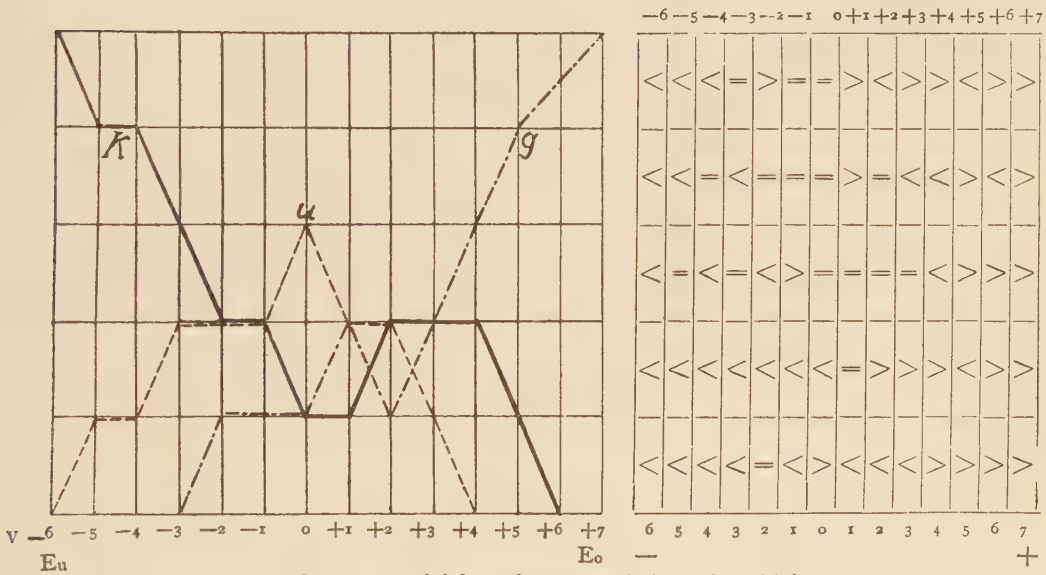
Ferner war die Frage die, in welcher Reihenfolge die Stufen darzubieten seien, ob sog. Vollreihen angewandt werden sollten oder eine Darbietung in Frage käme, die die Stufen wirr und kraus untereinander warf, dafür aber die Fehlerquellen der Vollreihen ausschaltete. Für die Vollreihen sprach die Leichtigkeit der Berechnung. Aber sowohl bei ihnen (die Methode ist die Grenzmethode), als auch bei der Herstellungsmethode, wobei die Vp. selbst die Reize auf „gleich" einstellt, schleichen sich bei Kindern sehr leicht Fehler ein. Die jugendliche Vp. wird sehr bald bemerkt haben, daß es sich um gleichmäßiges, stufenweises Fortschreiten handelt. Sie wird dann an Stelle der abgeschlossenen Urteilsakte ein zusammenhängendes Verfahren wählen und ins Raten kommen, bis ein ziemlich großer Unterschied erst dem unbequemen Zustand der Unentschiedenheit ein Ende macht. Die Farben während der Rotation kontinuierlich zu verändern, was ja der Farbenapparat sehr gut möglich macht, ist darum nicht anzuraten, weil der beobachtende Typus der Vp. zu lange wartet, bis er ein Zeichen zum Halten gibt und das Anhalten im gegebenen Momente nicht schnell genug vor sich gehen kann, so daß eine neue Fehlerquelle entsteht. Der entgegengesetzte Typus, der subjektive Elemente in die objektive Welt hinein trägt, gibt fast ständig seine Urteile zu früh. Dieses Verhalten zeigte sich bei den Vorversuchen fast ausnahmslos.

Aus allen diesen Gründen mußte ich die Herstellungsmethode und die Grenzmethode mit stufenweiser und kontinuierlicher Veränderung ablehnen.

Es blieb somit nur die Konstanzmethode übrig. Hier aber herrschte lange Zeit Streit in bezug auf die Verrechnung. Schulze[1]) weist diese Methode nur aus dem Grunde zurück, damit nicht auch in die Kinderpsychologie der Kampf herübergreife. Seitdem nun aber Wilhelm Wirth durch seine Berechnungsart ein einheitliches Kollektivmaß gefunden hat, auf welches er alle bisherigen Berechnungsarten (exkl. diejenige von G. F. Lipps) zurückführen konnte, ist der Streit nach meiner Meinung entschieden.

5. Darstellung der Wirthschen Methode.

Da diese Methode in ihrer Art noch ziemlich unbekannt ist, trotz ihrer Beziehungen z. B. zu der Fechnerschen Berechnungsart, bin ich gezwungen, sie hier so weit darzustellen, als sie die praktische Seite



g = größer. u = gleich und unentschieden. k = kleiner.

Abb. 7.

der Anwendung berührt. Für die weitere Orientierung verweise ich auf Wirths grundlegendes Werk, die „Psychophysik", sowie auf einige Arbeiten im „Archiv für die gesamte Psychologie" und in den „Psychologischen Studien"[2]).

Wirth geht dabei vom Falle einer Streckenvergleichung aus. Wenn man zwei Strecken miteinander vergleichen soll, von denen eine kon-

[1]) Schulze, Aus der Werkstatt der exp. Psychologie und Pädagogik.

[2]) Wilhelm Wirth, Psychophysik. Ferner: Psychol. Studien von Wundt, Bd. 6, 1910. Archiv für die gesamte Psych. Bd. 20, S. 53ff. und Bd. 14, S. 218ff.

stant (N), die andere variabel (V) ist, so werden die Urteile „größer", „gleich" und „kleiner" auftreten. Ist V merklich größer als N, so werden von hier an die Urteile richtig fallen, wenn V noch länger wird. Ist V merklich kürzer als N, so wird das Urteil „kleiner" erfolgen und bleiben, wenn sich V im gleichen Sinne verändert. D. h.: außerhalb der Grenzen zweier Punkte werden keine falschen und keine Gleichheitsurteile mehr auftreten, wohl aber innerhalb, so daß wir zwischen diesen beiden „Extremen", wie Wirth sie nennt, eine Zone der Unsicherheit haben. Aus der Art und Weise, wie in dieser Zone die Urteile fallen, in Verbindung mit den „Extrempunkten" berechnet man nun nach kompliziert abzuleitenden Formeln die Schwelle und den Streuungswert der Serien.

In Abb. 7 liegt z. B. die Zone der Unsicherheit zwischen Eu und Eo. Es war die Aufgabe, die Strecken N und V zu vergleichen, d. h. das Urteil abzugeben, ob V. länger ($>$) oder kürzer ($<$) oder gleich ($=$) N sei. Ob das nun Streckenempfindungen sind oder Farbenempfindungen, bleibt sich gleich. Beim Darbieten wurde so vorgegangen: Auf kleinen Täfelchen waren die Stufenlängen von -9 bis $+9$ aufgeschrieben ($\boxed{+4}$). Die Täfelchen wurden durcheinander geschüttelt; dann wurde eins nach dem andern gezogen und die betreffende Stufe dargeboten, bis die Reihe fertig war. Fünfmal wurde die Reihe wiederholt.

Die Zahl 5 ward gewählt, weil ich während der Vorversuche merkte, daß sich bei den äußersten Grenzen von $+9$ und -9 Grad die Versuchszeit mit 5 Reihen auf ungefähr 20 Minuten stellt. Es zeigte sich ferner, daß sogar Kinder bis auf 5 Altersjahre hinunter ganz wohl 20 Minuten aufpassen können. Noch zuverlässiger wäre ja die Berechnung bei einer 10reihigen Versuchsserie. Aber dadurch wäre die Zeit für Kinderversuche zu lang geworden.

Das Verfahren war bei meinen Versuchen zuerst (bis ich die Überzeugung hatte, die Vp. sei völlig an den Versuch gewöhnt) halbwissentlich[1]) in dem Sinne, daß ich der Vp. eröffnete, ob das Urteil richtig war. Dann aber wurde sofort das ganz unwissentliche Verfahren angewandt.

Bei einer solchen Einzeldarbietung sind 3 Zeitabschnitte zu beachten: 1. Die relative Ruhe während der Einstellung. Ich betrachtete diese Zeiten als kleine Erholungspausen und ließ das Kind gerne gewähren, wenn es nur die Instruktion scharf und lebendig behielt (durch Fragen kontrolliert) und in jedem Moment bereit war, mit der vollen Aufmerksamkeit dabei zu sein. 2. die Zeit der Einstellung zur vollsten Aufmerksamkeit. Statt des üblichen „bitte jetzt!" sprach das Anlaufen des Motors. So wurde das Kind nie durch die Stimme des Versuchsleiters

[1]) G. E. Müller, Gesichtspunkte und Tatsachen der psychophysischen Methodik, S. 22 und 23.

erschreckt. 3. die Zeit der maximalen Anspannung bei der Beobachtung, Gewinnung und Abgabe des Urteils (ev. „Zeigen"). Diese Zeit wurde eingeleitet durch das Hochziehen der Klappe. Sobald das Urteil gegeben war, wurde die Klappe herunter gelassen.

Die (Seite 87) gewonnenen Urteile wurden in ein System eingetragen. Es stellte sich heraus, daß $-6 = E_u$, $+7 = E_o$ war; deshalb ist im System jede weitere Stufe weggelassen. Aus den Resultaten dieses Systems wurden nun die Urteilskurven g, u und k (Abb. 8) gewonnen. Die Urteile müssen sich immer zur ganzen Höhe ergänzen, da die Summe der Wahrscheinlichkeit, daß k-, u- oder g-Urteile erfolgen, für jede Stufe $= 1$ ist. Die Stufen sind hier (theoretisch gesehen) ziemlich groß gewählt. Um eine Berechnung abzuleiten, ist es nötig, daß wir die Strecke E_u bis E_o in unendlich viele Stufen teilen, so daß anstatt der gebrochenen Linie eine kontinuierliche Kurve entsteht.

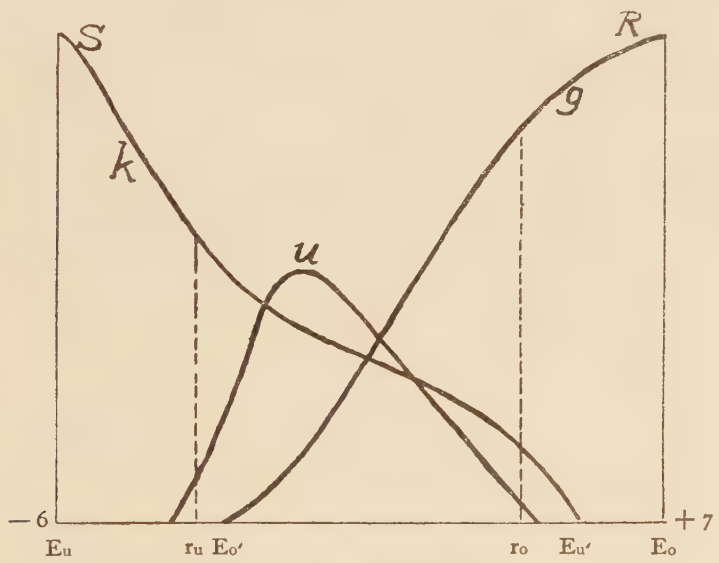


Abb. 8.

Um diejenige Stelle zu finden, bei der hier, bezogen auf das arithmetische Mittel, die V-Strecke in 50 von 100 Fällen kleiner, in den andern 50 größer, bez. gleich geschätzt wurde, haben wir den Fußpunkt der Schwerpunktslinie des Dreieckes $E_u\, Eu'\, S$ zu suchen. Das läßt sich mit Hilfe der durch das Fallen der drei Urteilsarten bekannten Funktion von k machen. Analog müssen wir den Punkt für die „größer"-Urteile finden. Wir bezeichnen diese Punkte, die also bezogen auf das arithm. Mittel die Grenze angeben, wo eben so viele Urteile der einen als der andern Art (bzw. der beiden andern Arten) auftreten, als „ro (A)" und „ru (A)". Das (A) deutet an, daß es sich um das arithm. Mittel handelt,

nicht um Zentralwert oder Dichtigkeitswert. Es kann in Zukunft wegfallen. Die Berechnungsformeln lauten:

$$r_o = E_o - i\Sigma g + \frac{i}{2}$$

$$r_u = E_u + i\Sigma k - \frac{i}{2}$$

In diesen Formeln bedeutet i = Stufendifferenz. Wo z. B. der Unterschied der Stufen 1^0 beträgt, ist i = 1; bei 3^0 ist i = 3 usw. Σk und Σg bedeuten die Summe der relativen Häufigkeiten[1]) aller „größer"- bz. „kleiner"-Urteile. Dabei ist hier die relative Häufigkeit des E_o bz. E_u für $i\Sigma g$ mit einbegriffen. Für die Berechnung der später zur Besprechung gelangenden M-Werte ist es aber bequemer, die Formel so anzuwenden:

$$r_o = E_o - \left(i\Sigma g + \frac{i}{2}\right)$$

$$r_u = E_u + \left(i\Sigma k + \frac{i}{2}\right)$$

Dabei sind die relativen Häufigkeiten der Extreme nicht mitzuzählen; sie sind ja immer gleich 1.

Es soll nun die in Abb. 7 gegebene Versuchsserie zur Berechnung dienen. Zu diesem Zwecke ordnen wir die Urteile so

	q	q−1	q−2	...	q−5	...									
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
	−6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	+
<	5	4	4	3	2	2	1	1	2	2	2	1			
=		1	1	2	2	2	3	2	2	1					
>					1	1	1	2	1	2	3	3	4	5	
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	p−1	p
								....p−4		....p−2			9		

$$r_o = +7 - (3{,}6 + 0{,}5) = +2{,}9$$

$$r_u = -6 + (5{,}2 + 0{,}5) = -0{,}3$$

$$r_o - r_u = 3{,}2 = i\Sigma u = \frac{16}{5} = 3{,}2.$$

$r_o = 2{,}9$ heißt: beim positiven Punkt 2,9 hat die Vp. in 50% der Fälle „größer" und in 50% „kleiner" bzw. „gleich" geurteilt. Jener Punkt bedeutet für diese Vp., auf das arithm. Mittel bezogen, die Grenze zwischen Sicherheit und Unsicherheit. Analoge Bedeutung hat $r_u = -0{,}3$. Nun

[1]) Relative Häufigkeit = $\frac{\text{die Fälle der betreffenden Urteilsart}}{\text{alle Fälle der Stufe}}$, bei 5 Darbietungen einer Stufe mögen wir 4 >-Urteile erhalten. Dann rel. H. für die >-Urteile = $\frac{4}{5}$.

ist natürlich in der Differenz der beiden Punkte ein Wert entstanden, der die Zone der Gleichheitsfälle bedeutet, mit andern Worten: Das Idealgebiet der Gleichheitsfälle ist gleich $r_o - r_u = i\Sigma u$. So gibt diese Methode schon hier eine Probe an die Hand. $r_o - r_u$ bedeutet aber noch etwas mehr. In dem Werte stecken die obere und untere Unterschiedsschwelle (U. E.), die, völlig losgelöst vom objektiven Reiz, gleich groß angenommen werden müssen.

$$2S = 3{,}2$$
$$S = 1{,}6$$

Wollen wir eine Beziehung zum Objekte suchen, so finden wir sie durch Bestimmung des subjektiven Äquivalenzwertes für N. Er wird gefunden durch $\frac{r_o + r_u}{2}$, denn genau die Hälfte der beiden Strecken vom Anfange bis zur Mitte der Schwankungszone entspricht dann subjektiv dem N. Nehmen wir an, wir hätten statt Strecken Farbentöne. Dann sei N = 180 Grad Farbe: 180 Grad grau. Somit ist r_o bei 182,9, r_u bei 179,7 Grad gelegen.

$\frac{182{,}9 + 179{,}7}{2} = 181{,}3$. Die Vp. hat also einen konstanten Fehler bei der Beurteilung von 1,3 Grad gemacht, da für sie 181,3 Grade gleich sind dem Äquivalenzwert. Mit andern Worten: Stellte sie die Empfindung von 181,3 Graden subjektiv gleich derjenigen von objektiv 180: 180 Graden. $\frac{r_o + r_u}{2} = c = +1{,}3$ heißt also: der konstante Fehler ist $1{,}3^0$ groß und liegt im Sinne der positiven Richtung.

Wenn eine Serie keine „gleich"-Urteile ergibt, so fallen natürlich r_o und r_u zusammen, das heißt dann: die Vp. hat völlig sicher geurteilt; also gibt es für sie statt zweier Punkte und einem Gebiet der Gleichheitsfälle nur einen Punkt, auf dessen beiden Seiten die 50% der g- und k-Fälle liegen. Die Frage ist dann nur die: Wie groß ist die Streuung, das heißt, wie weit erstreckt sich nach beiden Seiten hin das Gebiet der falschen Urteile, auch wieder bezogen auf 50%. Es ist klar, daß auch dann, wenn Gleichheitsfälle auftreten, die Frage nach der mittleren Streuung brennend ist. Ja, ihre Beantwortung ist für die Beurteilung der Leistung viel wichtiger, als die Schwelle. Der Wert der Schwelle ist für die Beurteilung nicht allzu groß, da ja eine Vp., die nie gleich „empfindet", für die Schwelle den Wert Null erhält. Da besonders die Kinder selten „gleich"-Urteile abgeben, sinkt der Wert der Schwelle in der Kinderpsychologie noch mehr. Wo, wie es bei Erwachsenen in der Mehrzahl der Fall ist, „gleich"-Urteile, oder „unentschieden"-Urteile auftreten, hat die Schwelle eine Bedeutung, die sehr leicht auf die Feinheit des peripheren Apparates (also physiologische Faktoren) schließen läßt.

Wenn das Auge nicht imstande ist, Reizdifferenzen zu vermitteln, werden eben Gleichheitsurteile auftreten. Nur der phantasievolle Typus wird subjektiv die Leistungen des Auges erhöhen, so daß er immer Differenzen „sieht" und auch deutet. In diesem Sinne ist das Fehlen der Schwelle zu verstehen.

Um so mehr steigt der Streuungswert für die Beurteilung in seiner Bedeutung. Wirth nennt ihn M_o und M_u, und berechnet ihn nach der Formel:

$$\frac{1}{i^2} M_o^2 = 2\left[(p-1)\,g_1 + (p-2)\,g_2 + \ldots (1 \cdot g_{p-1}) + \frac{1}{8}\right] - \left[i\left(\Sigma g + \frac{1}{2}\right)\right]^2$$

$$\frac{1}{i^2} M_u = 2\left[(q-1)\,k_1 + (q-2)\,k_2 + \ldots (1 \cdot k_{q-1}) + \frac{1}{8}\right] - \left[i\left(\Sigma k + \frac{1}{2}\right)\right]^2$$

Dabei bedeuten p, p — 1, p — 2, ... q, q — 1, q — 2, ... die von innen nach außen durchnumerierten Stufen, wobei p bei E_o, q bei E_u zu stehen kommt, währenddem mit 1 die erste Stufe bezeichnet wird, die das erste „größere" bzw. „kleinere" Urteil enthält[1]). Zu vergleichen S. 90. Somit ergibt diese Serie: (i = 1!)

$$M_o^2 = 2\left(9 \cdot \frac{1}{5} + 8 \cdot \frac{1}{5} + 7 \cdot \frac{1}{5} + 6 \cdot \frac{2}{5} + 5 \cdot \frac{1}{5} + 4 \cdot \frac{2}{5} + 3 \cdot \frac{3}{5} + 2 \cdot \frac{3}{5} + 1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{8}\right) - (3{,}6 + 0{,}5)^2$$

$$= 2\left(\frac{9+8+7+12+5+8+9+6+4}{5} + \frac{1}{8}\right) - (4{,}1)^2$$

$$M_o^2 = \quad 10{,}64$$

$$M_u^2 = 2\left(\frac{12.1+11.2+10.2+9.2+8.2+7.1+6.1+5.2+4.2+3.3+2.4+1.4}{5} + \frac{1}{8}\right) - (5{,}2 + 0{,}5)^2 = 23{,}76.$$

Damit hätten wir die quadratischen Werte der Streuung erhalten, und müssen, wollen wir die zu den betreffenden Schwellenwerten gehörigen M-Werte bekommen, nur noch radizieren. Allein, dann hätten wir vier verschiedene Werte, die alle zur Vergleichung herangezogen werden müßten: S_u, S_o, M_u, M_o. Da nun aber $2\,S^2$ und M_o^2 und M_u^2 in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen[2]), läßt sich zur Charakterisierung der Leistung ein einziges Maß der Gesamtstreuung gewinnen und zwar nach der Formel:

$$2\,M^2 = M_u^2 + S_u^2 + S_o^2 + M_o^2$$

[1]) $g_1 \ldots k_1, k_2 \ldots$ bedeutet die relative Häufigkeit der betr. Stufe und Urteilsart.

[2]) Archiv für die gesamte Psychologie, Bd. 24, S. 156.

welche Formel für unsere Berechnung der Schwellen: $\frac{S_o = S_u = r_o - r_u}{2}$ übergeht in:

$$M^2 = \frac{1}{2}(M_u^2 + 2S^2 + M_o^2).$$

Demnach erhalten wir für unser Beispiel: $M^2 = \frac{1}{2}(23{,}76 + 5{,}02 + 10{,}64) = 19{,}71$. Der endgültige Wert der Leistung, in dem sowohl die Schwelle, als auch die Streuung berücksichtigt ist, ergibt als $M = \sqrt{19{,}71} = 4{,}44$. Aus der Schwelle 1,6 läßt sich annähernd der Schluß ziehen, daß das Auge bei einem N von 180° im Durchschnitt 1,6° Differenz physiologisch empfunden hat. Es ist aber zu sagen, daß auch hier Aufmerksamkeit und Wille auch beim rein beobachtenden Typus mitspielen.

So gibt uns also die Wirthsche Methode drei Werte an die Hand, die uns sofort die Leistung überblicken lassen: Die Schwelle, gewonnen aus $\frac{r_o - r_u}{2} = S$ gibt Auskunft über jene Strecke in der Stufenfolge der Reize, innerhalb derer das Auge die Reize nicht mehr so differenziert aufnehmen kann, daß die Vp. ein sicheres Urteil über die betreffenden Empfindungen geben könnte.

Das c, der konstante Fehler, läßt uns sofort das Verhalten der Vp. dem objektiven Tatbestand gegenüber ablesen. Es hat für die rein subjektive Beurteilung der Leistung keine Bedeutung, ist aber trotzdem von Interesse, da es angibt, welche Differenz zwischen objektiver Gleichheit und subjektiver Gleichschätzung besteht.

Das M endlich faßt alle subjektiven Faktoren der Leistung zusammen. Insbesondere haben die Fähigkeit der Aufmerksamkeitskonzentration und das Maß des Willens, der angespannt wird, hier Einfluß auf das Resultat. Diesen geistigen Faktoren gegenüber müssen die physiologischen völlig in den Hintergrund treten. Daß die Schwelle S in der Formel: $2M^2 = M_o^2 + 2S^2 + M_u^2$ mit zum Ausdruck kommt, hat seinen psychologischen Grund darin, daß ja sicher auch schon im Schwellenwert ein Einfluß der scharfen Beobachtung, d. h. der Konzentration sich ausprägen muß.

Bei der vorliegenden Arbeit fallen in den meisten Fällen die Schwellenwerte außer Betracht. Da die kindlichen Vp. nicht nur selten „gleich“ urteilen, sondern auch da Unterschiede hineinsehen, wo keine sind, wird bei ihnen der Schwellenwert gleich Null. Wer bis jetzt mit den anderen Methoden gerechnet hat, dem mag dieser Umstand sehr sonderbar erscheinen. Und doch ist dem nicht so. Es gibt für solche Vp. zwei verschiedene Fälle: In dem einen ist der Unterschied in der Darbietung so groß, daß das Auge sofort und leicht die Empfindung

und deren sichere Beurteilung gibt. In diesen Fällen wird die Vp. die durch objektive Darbietung bedingte Beurteilung durch bloße Beobachtung bilden. Bei den anderen Fällen aber wird das Auge (z. B. bei Gleicheinstellung und vielleicht auch bei sehr kleinen Unterschieden) kein klares Differenzverhältnis mehr vermitteln. Hier nun, wo der objektive Beobachter „unentschieden" oder „gleich" urteilt, hilft sich die junge Vp. durch subjektive Deutung. Das Kind weiß bekanntlich alles und kann alles, und es wäre vom kindlichen Standpunkt aus geradezu unnatürlich, wenn es einmal bei einem Unternehmen zu einem unentschiedenen Resultate kommen sollte.

Daß diese Fälle so häufig bei Kindern vorkommen, beweist, wie sehr stark subjektiv ihre Urteile gefärbt sind, so stark, daß das von den Sinnesorganen gelieferte Material einfach zur Grundlage subjektiver Vergewaltigung herhalten muß, sobald es sich um feinere Leistungen handelt. Da übrigens bei verschiedenen Versuchsserien bei erwachsenen Vp. der Fall vorkam, daß die erste Reihe „gleich"-Urteile enthielt, die folgenden nicht mehr, so ist der Beweis geliefert, daß nicht ausschließlich die kindliche Phantasie am „Hineinsehen" von Differenzen, wo keine sind, schuld ist, sondern daß die maximale Anspannung der beteiligten geistigen Faktoren und hauptsächlich die Zielrichtung die Eigenschaft in sich bergen, objektives Material zu „verfärben". Daß in allen Fällen dieses ausgesprochenen subjektiven Verhaltens die Schwelle bei der Wirthschen Berechnung völlig zurücktritt und die Leistung also rein in der Gesamtstreuung zum Ausdruck kommt, beweist die Feinheit der Methode.

Zwei Einwürfe gegen die eben angeführten Tatsachen und ihre Erklärung sind möglich: 1. Wäre es ja zum wenigsten denkmöglich, daß zwei Netzhautpartien von objektiv gleichen Reizen nicht in gleichem Maße affiziert werden; 2. daß es technisch nicht gelingt, objektive Gleicheinstellung zu erzielen, sei es, daß die Grade bei N und V zu wenig genau eingestellt werden können, oder daß an den Papierscheiben und ihrer Befestigung irgend was fehlt. Beide Einwürfe weise ich zurück. In beiden Fällen müßte bei der Variation der Einstellung irgend einmal die Stelle subjektiver Gleichheit kommen, da die Stufenunterschiede sowohl die Netzhautverschiedenheiten in Hinsicht der Intensität der Affizierung als auch die durch technische Unzulänglichkeiten verursachten Differenzen einmal aufheben müßten.

Für den Forscher bedeuten solche Tatsachen Warnungen davor, die Einflüsse der physiologischen Faktoren zu stark einzuschätzen.

6. Die Vorversuche.

Es handelt sich hier zuerst noch um einige weitere technische Fragen. Es mußte festgestellt werden, wie das an sich leicht zerreißbare Papier behandelt werden muß, um versuchstüchtige Scheiben zu erzielen. Sodann war zu entscheiden, welches Verhältnis der Radien von V und N das Geeignetste sei. Es mußte festgestellt werden, was für einen Einfluß die Beleuchtung auf die Beurteilung hat, und wie lange Zeit die einzelnen Reize dargeboten werden müssen. Dann war eine genaue Instruktion zu suchen und die Behandlung der Vp. dem kindlichen Charakter gemäß so zu gestalten, daß das Kind zu einer stetigen Aufmerksamkeit angehalten wurde, ohne daß sein ganzes psychisches Verhalten erzwungen war, d. h. es kam sehr darauf an, durch nicht zu strenge Verhaltungsmaßregeln die ganze Art der Funktion des kindlichen Urteilens zu einer erkünstelten zu machen.

Zuerst ließ ich vom Buchbinder die Papiere auf dünne Pappe aufziehen, so daß für V und N gleich widerstandsfähige Scheiben entstanden. Da nun aber die Art der Befestigung für N und V in jedem Falle verschieden ist, zeigte es sich, daß die Vibration der beiden Scheiben verschieden war. Die Folge davon war eine ungleiche Aufnahme und Rückstrahlung der Beleuchtung, was als Resultat mit sich brachte, daß es mir trotz peinlichster Sorgfalt nicht gelang, eine Einstellung zu erzielen, die bei objektiver Gleichheit mindestens bei einigen Vp. auch subjektive Gleichheit brachte. Konstante Fehler von — 2,7, — 6,9, — 4, — 3,5, — 4,6, — 3,8 Graden usw. bei sämtlichen Vp. zwangen mich, den Grund in dem verschiedenen Verhalten der V und N gegenüber dem Luftwiderstand bei der Rotation zu suchen. In der Tat brachte ich einen bedeutend kleinern Fehler, der sich überdies nach der positiven und negativen Seite streute, dadurch zustande, daß ich immer jene Scheibe, die in ihrer zur Rotationsachse parallel gehenden Richtung freier war, auf dünnste Pappe, die weniger freie aber auf gewöhnliches Briefpapier aufziehen ließ. Dieses Prinzip hat sich während der ganzen Versuchszeit bewährt. Zudem lehrten mich die vielen mißglückten Serien, ein N- und V-Paar erst dann als vollwertig für die Hauptversuche zu akzeptieren, wenn die Streuung der konstanten Fehler nach beiden Richtungen ging, da dieser Umstand am besten beweist, daß die Differenzen zwischen objektiver und subjektiver Gleichheit dann nur noch auf subjektiven Faktoren beruhen.

a) Verhältnis der Radien.

Die Frage nach dem Verhältnis der Radien, bzw. des Flächeninhaltes läßt nicht allzuviele Möglichkeiten der Lösung zu, wenn man

nicht riskieren will, das Urteil dadurch zu beeinflussen, daß der eine Reiz infolge seiner Flächenübermacht bei der Urteilsabgabe bevorzugt wird. Zwei Verhältnisse der Flächen kamen in Frage: 1. Flächengleichheit, 2. das Verhältnis des goldenen Schnittes. Es ist sicher, daß subjektiv das objektive Gleichheitsverhältnis der Flächen nicht als solches empfunden wird. Der innere Kreis scheint eine größere Fläche zu haben. Beim goldenen Schnitt schien eher eine Gleichheit der Flächen empfunden zu werden. Die Maße stellten sich

bei gleichen Flächen auf 9,25 cm für R, auf 6,55 für r,
beim goldenen Schnitt angenähert auf 9,25 und 5,75 cm.

Die Resultate ergeben, daß die verschiedenen Radien im Durchschnitt keinen wesentlich verschiedenen Einfluß haben, z. B.:

14 Jahre

Knaben		Mädchen	
goldener Schnitt	gleiche Flächen	goldener Schnitt	gleiche Flächen
0,78	0,75	1,94	1,60
1,48	1,60	2,57	1,74
2,53	2,87	1,90	1,66
0,94	1,72	2,63	2,68
2,00	1,22	1,89	2,48
	8—9 Jahre		
1,85	2,05	2,19	2,24
1,96	2,50	3,01	1,47
1,94	2,06	1,55	1,36
1,83	2,15	1,83	1,72
		2,53	1,76

Das Gleichheitsverhältnis der Flächen scheint angenehmer zu sein, wie diese zufällig gewählten M-Werte zeigen. Für den kleineren Radius 5,75 steigern sich zudem die Schwierigkeiten für die Einstellung bedeutend. Je kleiner der Radius ist, desto geringer ist die Vibration und desto größer der Unterschied in der Rückstrahlung des Lichtes bei V und N. Für die Hauptversuche entschloß ich mich für die Gleichheit der Flächen. Eine spezielle Untersuchung müßte dem Einfluß der Radienlänge auf das Urteil genauer nachgehen.

b) Beleuchtung.

Würde nur eine Farbe in Betracht kommen, gälte es also nur, die U. E. für Farbensättigung überhaupt zu bestimmen, dann hätte kein Grund gegen künstliche Beleuchtung gesprochen; sie wäre vielmehr die einzig richtige gewesen, da man so den Schwankungen des Tageslichtes

hätte aus dem Wege gehen können. Da es sich aber um verschiedene Farben handelte, künstliche Beleuchtung aber auf jede Farbe anders wirkt und hauptsächlich deren Gefühlston ändert, so war hier die natürliche Beleuchtung bei diffusem Tageslicht zu wählen. Im Laufe der Vorversuche wurde die Erfahrung gemacht, daß die mittleren Schwankungen im Tageslicht keinen Einfluß auf die Schwierigkeit der Beurteilung hatten. Nur extreme Fälle vermochten die Resultate sichtbar zu ändern. Mit Gardinen von leichter Gaze glich ich bestmöglichst aus. Aber auch hier gilt ein Prinzip: Die zurückgeworfenen Strahlen dürfen nicht direkt ins Auge der Vp. gelangen. Sie würden durch ihre Blendwirkung die Aufgabe stark erschweren. Durch Schrägstellung des Apparates zum einfallenden Lichte wurde die Blendwirkung vermieden. Zudem war es der Vp. erlaubt, ihr noch nicht entschiedenes Urteil durch Anschauen von der Seite „reif" werden zu lassen. Bei der Raumlage nebeneinander lag die Sache schwieriger. Hier mußte die Vp. den Kopf ruhig in der Mitte zwischen beiden Scheiben halten. Damit ich sicher war, links und rechts gleich starke Beleuchtung zu haben, ging ich vor jeder Versuchsserie so vor: Die Nullage wurde eingestellt. Dann ließ ich die Vp. einige Male urteilen und drehte den Apparat so lange, bis die Vp. unsicher wurde, ob V oder N „größer" oder „kleiner" sei. War dies erreicht, so setzte ich mich selbst hin, um zu kontrollieren. Erst wenn die Streuung der Urteile der Vp. mit der eigenen übereinstimmte, gab ich mich zufrieden. Das Verfahren hatte einen großen Zeitverlust zur Folge, war aber nicht zu umgehen, wie mir die Resultate zweier zuverlässiger Vp. zeigten, bei denen die Serien ohne vorhergehende Einstellung gewonnen worden waren.

c) Verschiedene Raumlagen.

Um den Einfluß der verschiedenen Raumlagen zu untersuchen, machte ich mit drei erwachsenen Vp. Untersuchungen und erhielt folgende Resultate:

blau V außen	blau V innen	rot V außen	rot V innen
M: 2,01	1,95	1,67	1,58
1,96	1,78	1,49	1,67
1,43	1,28	1,11	1,09

Es sind hier immer die besten Serien ausgewählt. Die Raumlage „außen" hat mit einer Ausnahme schlechtere Resultate, also führte ich bei allen Kindern (exkl. 7. und 8. Klasse) bei rot und blau beide Raumlagen durch.

Verschiedene Gradverhältnisse bei N: Meinen Untersuchungen lag zugrunde 180° Grau und 180° Farbe. Es ist interessant zu wissen,

ob die Resultate bei andern Verhältnissen sich ändern. Um wenigstens eine Probe zu haben, untersuchte ich, aber erst am Schluß aller Versuche, 4 Vp. mit N = 90° rot und 270° grau; die Resultate waren:

	Frl. W.	K. I.	E. I.	M. Sch.	
M:	1,12	2,66	1,11	1,89	Darunter zum Vergleich rot V innen r = 6,55
	1,66	1,73	2,23	1,63	180 : 180.

In der Hälfte der Fälle zeigt die geringere Sättigung, in der Hälfte die stärkere Sättigung bessere Resultate; ein bindendes Resultat geht nicht hervor. Es wäre aber interessant, in dieser Richtung die Versuche fortzusetzen. Es müßte sich hier die Wirkung des Weberschen Gesetzes zeigen.

d) Behandlung der Versuchsperson.

In erster Linie muß untersucht werden, ob die Vp. farbentüchtig ist. Dazu verwandte ich die Holmgrensche Probe mit Wollfäden[1]), wie sie Jones ausführlich beschrieben hat. Ich habe bei keiner Vp. Farbenblindheit gefunden.

Nach dieser Probe zeigte ich der Vp. den Apparat und suchte ihr das Prinzip klar zu machen. Hauptsächlich kam es mir auch darauf an, das Kind an das schnurrende Geräusch zu gewöhnen. War die Neugier befriedigt, so setzte sich die Vp. auf den Stuhl. Es mußte kontrolliert werden, ob die Augenhöhe ungefähr mit der Mitte der Scheiben übereinstimme. Dann wurde die Vp. angewiesen, ruhig zu sitzen, hauptsächlich nicht den Kopf stark vor oder rückwärts zu beugen.

Dieses Verhalten ist nötig, damit die Augendistanz bei allen Vp. gleich groß ist. Sie betrug ungefähr 80 bis 90 cm, eine Distanz, die auch noch für schwach Kurzsichtige völlig ausreicht.

e) Instruktion.

Eine ganz genaue Instruktion ist bei jeder exakten Arbeit von eminenter Bedeutung. Je nach dem sie lautet, ist die Aufmerksamkeitsrichtung verschieden. Verlange ich z. B. von der Vp., sie soll mir sagen, wann 2 Reize „gleich" sind, so wird sich die ganze Art der Beobachtung anders einstellen, als wenn ich verlange, sie solle mir sagen, ob V oder N (im konkreten Falle heißt das: Der innere Kreis oder der äußere Ring, bzw. umgekehrt) röter sei. Im ersten Falle ist das Ziel, Gleichheit zwischen zwei Verschiedenheiten zu konstatieren, im zweiten Falle aber wird die Wirkung der Zielrichtung sich darin bemerkbar

[1]) Jones a. a. O. S. 32.

machen, auch angenäherte oder völlige Gleichheit der Reize als verschieden zu empfinden. Beide Instruktionen wären in dieser Einseitigkeit falsch. Es muß sowohl das Gleichheitsmoment als auch die Verschiedenheit beachtet werden: „Du wirst mir sagen, ob der äußere Ring röter oder weniger rot ist, als der innere Kreis, oder ob beide gleich rot sind." Ich versuchte diese Instruktion nach ihrem praktischen Wert. Sie schien mir am wenigsten eine Gefahr der Beeinflussung auf die Zielrichtung zu bergen. Und für erwachsene Vp. und 14jährige Kinder bewährte sie sich auch völlig. Sie versagte aber bei jüngern Kindern. Diese verstanden wohl den Sinn der Instruktion, aber sie reagierten natürlicher und sagten einfach aus, wo es röter sei. Dagegen wäre ja nichts einzuwenden, wenn nicht die innere Fragestellung dieser Urteilsweise unbewußt die Frage nach der Gleichheit auf die Seite drücken würde. Daher suchte ich mit allen möglichen Mitteln die Vp. zur richtigen Urteilsart zu bringen. Es ging nicht. Nach einigen gelungenen Urteilen verfiel das Kind trotz guten Willens auf die alte Urteilsweise, weil sie der kindlichen Art angemessener ist. Es muß für den kindlichen Geist bedeutend schwieriger und langweiliger sein, die Aufmerksamkeit ständig auf den einen Reiz zu richten und mit diesem den andern zu vergleichen, als hin und her springen zu dürfen und einfach sich fragen „wo ist es röter?" Da, wie die Arbeiten von Aars[1]) und von Margrete Calinich[2]) gezeigt haben, zudem die gesättigtere Farbe lustbetonter ist, gab ich nach und formulierte die Instruktion so: „Paß gut auf und sag mir, wo es röter ist; aber achte eben so gut darauf und sag es mir, wenn es innen und außen gleich rot ist. Wenn du aber nicht weißt, wo es röter ist und es doch nicht gleich aussieht, so sagt du einfach: „Ich weiß es nicht"." Dieser Zusatz ist notwendig, um bei unentschiedenen Fällen ja kein Raten zu veranlassen. Der Fall des Urteiles „ich weiß es nicht", der in die Gleichurteile gehört[3]), wenn er auch psychisch etwas von Gleichheitsempfindung Verschiedenes ist, ist bei Kindern sehr selten.

Nachdem so für die Raumlage „ineinander" die Instruktion freie Urteilsrichtung erlaubte, wurde konsequent auch für die Lage „nebeneinander" und für die sukzessive Darbietung die völlig „freie Urteilsrichtung"[4]) beibehalten. Bei der Sukzessivdarbietung aber gelangte, da die Bevorzugung meistens auf das zu zweit Gegebene fiel, erst V, dann N, dann V, dann N als erster Reiz zur Darbietung. Statt 5 Reihen ergaben

---

[1]) Aars, Der ästhetische Farbensinn bei Kindern. Z. f. päd. Psych. 1/173.

[2]) M. Calinich, Versuche einer Analyse des Stimmungswertes der Farbenerlebnisse. Archiv 19/241.

[3]) G. E. Müller, Gesichtspunkte, S. 12.

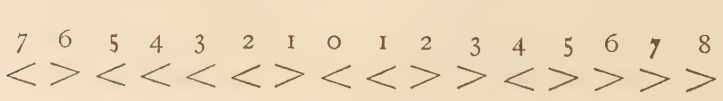
[4]) Ebenda S. 16, 17 und 18.

sich nur 4; die Versuchszeit war aber auch so lang genug. Es erwies sich ferner als nötig, bei 5 bis 6 und 7 Jahren die „Nebeneinanderserien" auf 4 Reihen zu reduzieren. Fünf Reihen gingen über die Kraft dieser Kinder.

Dem Versuchsleiter liegt es nun ob, neben seiner technischen Arbeit dafür zu sorgen, daß brauchbare Versuchsserien zustande kommen. Eine Versuchsserie nenne ich dann brauchbar, wenn die Vp. in ungezwungener Bewußtseinslage mit voller Aufmerksamkeit urteilt, so daß der Versuchsleiter überzeugt ist, daß jedes gegebene Urteil auch sicher das Produkt eines mehr oder weniger für sich abgeschlossenen, bewußten Aktes ist. Allen drei Punkten muß man volle Aufmerksamkeit schenken. Sobald ein Kind ängstlich ist, fallen die Urteile ungewöhnlich. Dabei braucht es nicht etwa nur Angst vor einem falschen Urteil zu sein. Ich mußte zwei Kinder unverrichteter Dinge entlassen, weil sie plötzlich während des Versuchs unruhig wurden, falsch urteilten und zu weinen begannen, nur weil sie heimgehen wollten, Ein Junge, der außerordentlich gute Leistungen schon erzielt hatte, „sah" eines Tages außerordentlich schlecht. Vergebens suchte ich nach dem Grunde. Ich fand durch bloße Beobachtung nichts und war zum Fragen gezwungen. Da stellte sich heraus, daß eine Zurechtweisung seines Lehrers den Jungen immer noch so stark beschäftigte, daß er, wie er sagte, „einfach nicht in Stimmung zu bringen war".

Die volle Aufmerksamkeit der Vp. ist unbedingt nötig. Dabei ist darunter verstanden: Maximale Anspannung im Momente des Beobachtens und der Urteilsabgabe und ständiges Sicherinnern an die Instruktion. Daß also z. B. ein Kind während der Einstellung fröhlich lachte, weil ihm das Urteilen eben sehr leicht gewesen war, hielt ich nicht für schädlich für den Versuch, wenn nur der ganze Ernst sich wieder einstellte, sobald der Motor anzulaufen begann. Daß die Instruktion dem Kinde lebendig blieb, dafür sorgten eine Wiederholung derselben mitten in der Serie, sowie gelegentliche Kontrollfragen.

Trotzdem aber erfolgten nicht selten Urteile, die völlig außerhalb der ganzen Reihe standen. Bei den meisten derselben konnte ich schon vorher vom Gesichte des Individuums ablesen, daß sie nicht das Resultat der ganzen Aufmerksamkeit waren. Solche Urteile würden das Bild der Kurven fälschen. Daher habe ich sie immer stillschweigend zurückgewiesen. Es kam aber auch vor, daß die Vp. scheinbar ganz gut aufpaßte und dennoch in einer Reihe annehmbarer Urteile plötzlich bei einer extremen Stufe ein falsches Urteil gab, trotzdem schon 2, 3 oder 4 schwere Stufen richtig beurteilt waren, so daß sich das Bild gestaltete:



Da hier die Reihe auf einen konstanten Plusfehler hinweist, steht das Urteil bei $+4$: $<$ im Sinne dieser Reihe; es ist anzunehmen, daß es das Resultat eines normalen Verhaltens war. Das Urteil $>$ bei -6 hingegen schlägt der ganzen Reihe völlig ins Gesicht. Es ist möglich, daß es gegeben wurde im Sinne einer rein subjektiven „Reaktion", wenn die Vp. vorher durch die Darbietung zu einer Reihe von $<$-Urteilen gezwungen worden war. Das Urteil hätte, obwohl es interessant genug ist, für die Leistung der Unterschiedsempfindlichkeit eine falsche Bedeutung: Es wurde bei der Berechnung weggelassen. Solche außer allem Zweifel stehende subjektive „Korrektururteile" wurden hin und wieder gefällt.

Noch ein Fall ist zu erwähnen. Es mag wieder die obige Reihe als Beispiel gelten. Aber anstatt daß durch Zufall eine größere Anzahl $<$-Urteile erzeugt wurde, soll hier die Verteilung ziemlich regelmäßig sein. Woher nun das paradoxe Urteil? Da hilft die Selbstbeobachtung. Es haben mir sämtliche erwachsene Vp. in Übereinstimmung mit meiner eigenen Erfahrung einige Male plötzlich bei einem Urteil gestreikt. Entweder gaben sie unter Zeichen starker Unlustgefühle kein Urteil oder ein völlig verkehrtes. Auf die Frage nach dem Grund erhielt ich übereinstimmend die Antwort, die Vp. sei momentan unfähig gewesen richtig zu urteilen; sie habe aber gewußt, daß sie doch urteilen solle. Die Schwierigkeit der Lage habe sie aufgeregt. Die Folge davon sei eine völlige Verwirrung. Eigene Selbstbeobachtung ließ mich klar erkennen, daß die Ursache der plötzlichen Unfähigkeit nicht im Auge liege. Die Unterschiede wurden als solche empfunden. Aber die Fähigkeit der Deutung derselben war momentan einfach nicht da, ob sie sich auch bei der folgenden Darbietung völlig normal wieder einstellte. Auch diese Erklärung erhielt ich, sinngemäß natürlich, von zweien der erwachsenen Vp. Nun ist aber die Selbstbeobachtung während des Versuchs sehr schwierig, und es ist völlig zu begreifen, wenn Kinder auf die Frage nach dem Grunde mit einem „ich weiß es nicht" antworten. Man geht daher kaum fehl, die letztgenannten Fehler auf solche momentane Verwirrungen zurückzuführen und sich das Recht zu nehmen, sie bei der Berechnung außer acht zu lassen.

Endlich hat der Versuchsleiter noch darauf zu sehen, daß die Kinder nicht raten. Die Gefahr, daß so etwas geschehe, ist sehr groß. Bei ganz jungen Vp. ist die Abwendung dieser Gefahr geradezu die Hauptschwierigkeit. Näher davon zu sprechen ist dort, wo von den Unterschieden im Urteilen der Kinder und der Erwachsenen die Rede ist.

Die Vorversuche haben in letzter Linie noch zeigen müssen, wie Kinder an die Versuche zu gewöhnen sind. Zuerst wandte ich folgendes Verfahren an: Ich begann mit der Darbietung einer großen $+$- oder

—-Differenz. Diese ließ ich beurteilen und befahl, darauf zu achten, wie sich die beiden Farben verändern und mir zu sagen, wann es, anstatt innen, außen röter sei. Alsobald veränderte ich V während der Rotation so lange und stark, bis das Kind das verlangte Urteil geben konnte. Es ging bei jüngern Kindern sehr lange, bis das Prinzip begriffen war. Zudem waren die Resultate, verglichen mit denjenigen der Versuchsserien von Erwachsenen, so schlecht, daß mir die Methode nicht richtig schien. Schwellen von 7, 8,6 und 9 Graden waren in Überzahl vorhanden. Überdies erzeugte die kontinuierliche Veränderung im Kinde die Neigung, nun auch bei den einzelnen Darbietungen der Versuchsserien auf Variation zu warten. Daher begann ich mit der zweiten, noch möglichen Methode. Ich gab eine große Differenz und ließ sie beurteilen; dann die entgegengesetzte; eine kleinere gleichen Vorzeichens, eine entgegengesetzte usw.; in buntem Wechsel, damit die Vp. nicht darauf geführt werde, die Reihenfolge der Darbietungen sei rhytmisch. So ließ ich die Unterschiede immer kleiner werden (in 5 Gradsprüngen), bis + 5 und — 5 erreicht waren. Natürlich suchte ich durch Erklärungen dem Kinde zu helfen. Bei falschen Urteilen fragte ich mehrmals, ging wohl auch hin und zeigte die beiden Felder und fragte wieder. So wurde die Vp. zwar inne, daß Falschurteile möglich seien; aber sie sah sich doch gezwungen, immer besser und besser aufzupassen. Wie sehr der Ehrgeiz dadurch gestachelt und die Aufmerksamkeit gefördert wurde, beweist der Umstand, daß die meisten Kinder nach dem Versuch die Anzahl der Fehlurteile wissen wollten.

Wurden die Reize richtig beurteilt, so begann ich am nächsten Tage mit einer Serie, die ich halb durchführte, um die Vp. allmählich an die Versuchszeit zu gewöhnen. Wo diese Serie einigermaßen so ausfiel, daß deren Bild vom Verständnis der Vp. zeugte, war die Eingewöhnung erledigt, es konnte die erste Versuchsserie beginnen. Bei dieser war es noch oft nötig, ermahnend einzugreifen. Die ersten Serien (blau) leiden daher unter meiner Beeinflussung; sie zeigen deshalb oft bessere Resultate als die folgenden Serien.

Bis zur 8. Klasse (6. Altersjahr) herunter hat die Aussagemethode völlig sichere Dienste geleistet. Doch schon in der 8. Klasse und dann besonders bei Kindern von 5 Jahren versagte die Wortmethode teilweise. Da mußte die Zeigmethode an deren Platz treten. Das Kind erhielt einen leichten Stock in die Hand, mit dem es entweder ruhig auf die Mitte zielte, oder, wenn es außen röter empfand, dem Kreisring durch einen Luftkreis beschrieb. Ein Hin und Her zwischen innen und außen bedeutete „gleich". Da in den Fällen, wo die Zeigemethode angewandt werden mußte, auch die mündliche Erklärung des Prinzips Schwierigkeiten bereitete, half ich mir so: Mit Wollfäden von ähnlichem Farbenton mit verschiedener und gleicher Sättigung übte ich das Kind

ein, mit dem Finger das Verlangte zu deuten. Dann bot ich sofort die entsprechenden Differenzen der betreffenden Farbe und veranlaßte das Kind, mit dem Stock zu zeigen, wie es mit dem Finger getan. Die Methode führte rasch und sicher zum Ziel. Das begleitende Geschwister unterstützte mich beim Ablesen des Zeigens.

7. Hauptversuche und generelle Ergebnisse.

Die Hauptversuche wurden ausgeführt von Anfang Juli 1912 bis Weihnachten für die erwachsenen Vp. und die Kinder von 14, 11, 8—9 und 5—6 Jahren; für die Kinder von 6—7 und 7—8 Jahren von Anfang Februar bis Ostern 1913, an schulfreien Nachmittagen und in den Ferien. Beide Abteilungen haben die gleiche Reihenfolge der Darbietung erhalten. Bei der zweiten Abteilung ließ ich die Lage V außen und r = 5,75 weg. Die Versuche wurden durchgeführt an blau, rot und gelb. Eine Ausschließung des Grün war zum Teil gegeben durch den Umfang der Untersuchung, z. T. aber auch durch die große Schwierigkeit, die gerade diese Farbe für die Einstellung und Beurteilung gab. Nur 2 oder 3 Proben genügten, um sicher zu wissen, daß das Grün die schwierigste Farbe ist.

Jeder Serie gingen Probeversuche[1]) voraus. Ich benutzte dazu in zufälliger Reihenfolge die Stufen + 10, + 5, 0, — 5, — 10. Diese 5 Reize gaben der Vp. Gelegenheit, sich an die Versuchsanordnung wieder zu gewöhnen, auf die betreffende Farbe einzustellen und die Aufmerksamkeit „in Gang" zu bringen. Von Blau wurden geboten: Zwei bzw. 3 oder 4 Serien V innen r = 6,55; dann blau V außen r = 6,55 und 5,75; dann rot V innen und außen r = 6,55; dann gelb V innen r = 6,55; dann gelb „nebeneinander" und gelb sukzessive.

Bei der erwachsenen Vp. war erst blau V außen, dann innen dargeboten worden. Bei der Verrechnung wurde deshalb einfach die zeitliche Reihenfolge der Serien in Betracht gezogen. Die Kinder von 6—7 und 7—8 Jahren beurteilten: blau r = 6,55 V innen 2mal, rot V innen r = 6,55, gelb V innen r = 6,55, gelb „nebeneinander", gelb sukzessive.

Die letztere Reihenfolge gab die Anordnung in den als Beilage angefügten Tabellen[2]) an die Hand. Blau erstes Mal, blau V außen r = 5,75 und r = 6,55, rot V außen r = 6,55 sind als Spezialreihen zu betrachten. Sie dienten zur Untersuchung des Einflusses der Radienlänge und der

[1]) Vergl. G. E. Müller, Tatsachen usw. S. 33.

[2]) Die Individualtabellen sind nicht mitgedruckt worden; sie werden mit dem anderen Material im Archiv des Instituts des Leipz. Lehrervereins aufbewahrt werden.

Raumlage. Wo es sich um die Werte handelt, die durch alle Stufen durchgehen und so zu einer lückenlosen Vergleichung die Hand bieten, ist auch blau V innen 3. und 4. Mal auszuscheiden.

Die Individualtabellen stellen das Ausgangsmaterial dar für die Gewinnung der Durchschnittswerte. Bevor jedoch die Resultate diskutiert werden, mögen nun hier in konkreter Form einige Fragestellungen erörtert werden.

Das Hauptproblem: Ist aus den Tabellen heraus zu lesen, daß sich ene Werte, die sich relativ mehr auf psychologische Faktoren stützen, als andere, mit zunehmenden Alter stärker verkleinern, als die andern? Zeigen hierin Knaben und Mädchen gleiches Verhalten? Besteht ein prinzipieller Unterschied zwischen der Urteilsart der Kinder und der erwachsenen Vp.? Oder ist eine solche Grenze innerhalb der Kinderjahre zu konstatieren? Wie verhalten sich die Schwellenwerte, die konstanten Fehler, die M-Werte? Ist daraus ein Schluß zu ziehen auf das Verhalten der verschiedenen Vp. beim Urteilen? Die letzte Frage führt uns in die Individualpsychologie hinüber: Sind verschiedene Typen beim Farbenunterscheiden zu erkennen, oder verhalten sich die Zugehörigen zu einer Altersstufe gleichmäßig? Ist nachzuweisen, daß die Leistungen im Farbenunterscheiden sich zurückführen lassen auf familiäre Veranlagung (Vererbung)? Stehen die M-Werte in Beziehung zu der Beurteilung der Kinder durch ihre Klassenlehrer?

Um die Nebenprobleme zu lösen, ist es unerläßlich, die Hauptfrage zur Entscheidung zu bringen. Von ihr hängen die andern in irgend einer Weise ab. Dabei ist zu erinnern an die im ersten Abschnitt vorweg genommenen Arten der Beweisführung.

Zur Unterstützung des Folgenden seien hier Tabellen eingefügt, die die Durchschnitte der einzelnen Klassenstufen zusammenstellen.

Unter den Werten, die weniger psychologische Faktoren zur Mitarbeit zwingen, sind die Resultate aller „ineinander“[1]) = Darbietungen zu verstehen; es sind die Lagen der Reize, wo auf der Netzhaut die beiden Empfindungszonen direkt aneinander stoßen. Daß peinlich genau alle Randkontraste, soweit dies technisch möglich ist, eliminiert werden müssen, ist klar. Bei dieser Lage der beiden Reize kommt es hauptsächlich darauf an, daß die Elemente der Netzhaut, die durch die Farben gereizt und verändert werden, möglichst sensible sind. Sind sie imstande, auf kleinste Differenzen so zu reagieren, daß eine Verschiedenheit der Empfindung resultiert, so wird die objektive Vp. meistens fähig sein, richtige Urteile zu fällen. Sie wird freilich dort, wo zwar eine Verschieden-

[1]) Ich nenne die Darbietung, bei der sich N und V auf einer Scheibe befinden, „ineinander“, die anderen Darbietungen „nebeneinander“ (simultan) und „sukzessive“.

blau, V. innen 6,55	K.		M.		T.		Schwelle			K.		M.		T.		rot, innen Schwelle		
	c	m	c	m	c	m	K.	M.	T.	c	m	c	m	c	m	K.	M.	T.
1. Mal																		
Erw. Vp. . .	0,3	2,69	1,80	2,54	1,05	2,61				0,35	1,38	0,55	1,62	0,45	1,50	0,15	0,45	0,30
1. Klasse . .	1,78	1,88	0,42	2,24	1,10	2,06				0,58	2,43	0,92	2,33	0,75	2,38	0,28	0,82	0,55
4. Klasse . .	2,45	2,47	2,42	3,09	2,43	2,78				1,06	1,48	0,86	2,40	0,96	1,94	0,28	0,68	0,48
6. Klasse . .	2,80	2,46	1,36	2,56	2,18	2,51				0,90	2,39	1,33	1,86	1,12	2,13	0,32	0,16	0,24
7. Klasse . .	1,18	2,97	1,28	2,77	1,23	2,87				1,18	1,77	0,78	1,88	0,98	1,83	0,36	0,00	0,18
8. Klasse . .	0,96	2,81	1,30	2,93	1,13	2,87				1,22	2,59	1,38	2,05	1,25	2,32	0,16	0,48	0,32
V. S. A. . .	1,76	2,69	0,60	2,61	1,18	2,65				1,42	3,23	2,62	1,82	2,02	2,53	0,04	0,00	0,02
2. Mal																gelb, innen		
Erw. Vp. . .	0,95	1,93	1,00	2,03	0,98	1,98	1,50	1,00	1,25	0,35	1,46	1,80	1,25	1,08	1,36	0,35	0,55	0,45
1. Klasse . .	1,36	1,59	0,42	2,15	0,89	1,87	0,06	0,40	0,23	0,70	1,91	0,76	2,18	0,73	2,05	0,32	0,46	0,39
4. Klasse . .	1,34	1,83	2,00	3,31	1,67	2,57	0,24	0,70	0,47	0,76	2,12	1,18	1,89	0,97	2,01	0,30	0,62	0,46
6. Klasse . .	1,10	2,74	1,34	2,69	1,22	2,72	0,56	0,84	0,70	1,50	1,63	1,30	2,87	1,40	2,25	0,12	0,07	0,20
7. Klasse . .	1,18	1,88	0,92	2,44	1,05	2,16	0,42	0,02	0,22	1,40	2,35	0,24	2,61	0,82	2,48	0,02	0,02	0,01
8. Klasse . .	1,10	2,85	0,82	2,34	0,96	2,59	0,16	0,00	(4)[1])0,08	1,63	2,28	1,44	2,53	1,54	2,42	0,03	0,22	0,13
V. S. A. . .	0,80	2,82	0,38	1,79	0,59	2,30	0,02	0,06	0,04	1,52	3,67	1,62	2,55	1,57	3,11	0,02	0,00	0,01
3. Mal																gelb, V. I. nebeneinander		
Erw. Vp. . .	0,60	1,78	1,30	2,32	0,95	2,05				0,65	1,84	1,1	2,23	0,88	2,04	0,25	0,50	0,38
1. Klasse . .	(3)1,70	1,41								0,98	3,07	0,54	3,19	0,71	3,13	0,02	0,72	0,37
4. Klasse . .	(3)2,30	1,63	1,30	2,74	1,80	2,19				0,42	4,57	0,56	4,51	0,49	4,54	0,76	0,42	0,59
6. Klasse . .	(2)1,05	3,01	(1)0,30	2,14	0,69	2,58				1,56	3,85	0,33	5,03	0,95	4,44	0,44	0,57	0,52
7. Klasse . .										1,02	4,77	0,86	4,57	0,94	4,67	0,00	0,04	0,02
8. Klasse . .										0,75	5,23	(3)0,41	5,82	0,58	5,53	0,00	0,00	0,00
V. S. A. . .										(4)1,36	5,50	(3)0,95	5,23	1,15	5,36	0,77	0,00	0,39

[1]) ( ) zeigt an, daß nicht 5 Vpp. teilnahmen. Die Zahl in Klammern = Anzahl der Vpp., die beteiligt waren.

gelb, succ.	K.		M.		T.		Schwelle			K.		M.		T.		blau, 3,75 außen Schwelle		
	c	m	c	m	c	m	K.	M.	T.	c	m	c	m	c	m	K.	M.	T.
Erw. Vp. . .	0,19	2,56	0,75	3,98	0,47	3,27	0,18	0,31	0,25	0,35	1,91	0,90	1,74	0,63	1,83	1,90	0,60	1,13
1. Klasse . .	0,72	4,32	0,69	4,43	0,71	4,38	0,23	0,50	0,37	1,70	1,55	0,74	2,19	1,22	1,87	0,16	0,16	0,16
4. Klasse . .	1,37	5,57	0,65	5,61	1,01	5,09	0,48	0,60	0,54	1,74	1,65	1,58	2,64	1,66	2,15	0,50	0,34	0,42
6. Klasse . .	1,29	4,98	0,69	5,59	0,99	5,29	0,45	0,44	0,45	1,15	2,19	1,30	2,15	1,23	2,17	0,37	0,07	0,22
7. Klasse . .	1,35	6,00	1,35	5,49	1,35	5,75	0,00	0,00	0,00									
8. Klasse . .	(4)[1])0,75	5,98	(3)1,08	7,14	0,92	6,56	0,00	0,00	0,00									
V. S A. . .	(4)0,72	5,62	(4)0,88	6,37	0,80	6,25	0,18	0,03	0,12	1,60	2,91	0,85	2,66	1,23	2,79	0,15	0,05	0,10
blau, 6,55 außen																		
Erw. Vp. . .	0,65	1,53	0,90	1,61	0,78	1,57	0,55	0,40	0,48									
1. Klasse . .	1,26	1,63	1,00	2,03	1,13	1,83	0,12	0,30	0,21									
4. Klasse . .	0,72	1,89	0,94	2,00	0,83	1,95	0,14	0,44	0,29									
6. Klasse . .	1,36	2,20	0,92	1,79	1,14	1,99	0,50	0,06	0,28									
7. Klasse . .																		
8. Klasse . .																		
V. S. A. . .	0,92	3,38	1,23	1,95	1,08	2,66	0,02	0,00	0,01									
rot, außen																		
Erw. Vp. . .	0,10	1,30	0,60	1,57	0,35	1,44	0,40	0,30	0,35									
1. Klasse . .	0,96	2,02	0,40	2,34	0,68	2,18	0,02	0,06	0,04									
4. Klasse . .	2,16	2,13	0,38	2,52	1,27	2,33	0,06	0,20	0,13									
6. Klasse . .	0,66	2,42	1,34	2,08	1,00	2,25	0,20	0,00	0,10									
7. Klasse . .																		
8. Klasse . .																		
V. S. A. . .	1,88	3,79	1,16	2,79	1,52	3,29	0,02	0,00	0,01									

[1]) Siehe Anmerkung vorige Seite.

Name	blau rot gelb 2 mal innen m.	gelb l. und succ. F.	Name	blau rot gelb 2 mal innen m.	gelb l. und succ. F.	Name	blau rot gelb 2 mal innen m.	gelb l. und succ. F.
Erw. Vp.			**6. Klasse.**			**8. Klasse.**		
Frl. St.	1,97	2,78	W. S.	2,39	5,04	W. H.	2,16	5,95
Frl. W.	1,33	3,43	E. Fl.	2,19	5,01	E. H.	2,66	5,02[2])
Herr S.	1,71	2,89	H. Z.	2,73	4,07	H. N.	2,95	6,82
Herr K.	1,46	1,51	H. Pf.	1,86	3,53	W. G.	2,97	4,43
			O. B.	1,76	4,43	**P. L.**	2,08	5,31
I. Klasse.			E. R.	1,98	4,44	J. E.	2,12	5,86
H. W.	1,42	3,13	H. K.	2,97	5,69	E. S.	2,60	
K. W.	1,86	4,15	L. F.	2,93	4,91	G. W.	1,80	6,46
K. H.	2,44	2,95	J. O.	1,72	6,51	G. M.	2,93	
K. R.	2,04	4,21				G. K.	2,82	7,13
W. K.	2,14	4,04	**7. Klasse.**					
H. H.	2,04	4,19	F. R.	2,14	5,69	**V. S. A.**		
E. D.	2,31	4,18	H. N.	1,67	4,59	W. G.	3,08	5,28
F. Sch.	2,75	3,49	W. K.	1,92	4,62	H. S.	3,91	5,74[2])
E. H.	1,99	3,27	K. S.	2,09	5,77	K. M.	3,05	6,20
L. Pf.	2,02	3,94	**E. R.**	2,16	6,27	H. K.	3,01	6,20
			B. P.	2,22	5,59	**B. R.**	3,15	7,18
4. Klasse.			M. H.	2,50	3,66[1])	G. F.	2,29	5,63[2])
W. P.	1,65	4,24	G. H.	2,36	5,48	H. S.	2,70	6,38
W. B.	1,98	5,90	D. H.	2,39	3,98[1])	H. M.	1,80	5,95
M. Sch.	1,92	4,17	E. Sch.	2,17	6,43	M. L.	1,69	4,85
W. Sch.	1,41	5,25				H. W.	2,91	5,84
W. A. Sch.	2,08	5,29						
K. v. W.	2,20	5,34						
E. F.	2,47	4,69						
G. K.	2,84	5,32						
G. P.	2,90	4,39						
K. J.	2,26	5,53						

Arithm. Mittel.

	blau, rot, gelb			gelb l. u. succ.		
	K.	M.	T.	K.	M.	T.
Erw. Vp.	1,59	1,65	1,62	2,20	3,11	2,65
1. Klasse	1,98	2,22	2,10	3,69	3,81	3,70
4. Klasse	1,81	2,53	2,17	4,97	5,05	5,00
6. Klasse	2,18	2,40	2,29	4,42	5,33	4,22
7. Klasse	1,99	2,33	2,16	5,39	5,03	5,21
8. Klasse	2,56	2,45	2,51	*6,88*[3])	*6,24*	*6,56*
V. S. A.	3,24	2,28	2,76	*6,16*	*5,76*	*5,96*

[1]) Besonders gut beleuchtet. [2]) Fehlt succ.

[3]) Die Kursivziffern deuten an, daß nicht alle Werte vertreten sind, da verschiedene Vpp. versagt haben. Zum Vergleichen nur mit Einschränkung zu gebrauchen.

Durchnitts-m aus blau 2. mal, rot, gelb innen, gelb 1, gelb succ.

Name	m	Name	m	Name	m	Name	m
Frl. St.	2,38	K. v. W.	3,77	B. P.	3,91	G. F.	*3,96*
Frl. W.	2,38	E. F.	3,58	M. H.	3,08	H. Sch.	4,54
Herr S.	2,30	G. K.	4,08	G. H.	3,92	H. M.	3,88
Herr K.	1,49	G. P.	3,65	D. H.	3,19	M. L.	3,27
		K. J.	3,90	E. Sch.	4,30	H. W.	4,38
I. Klasse.		**6. Klasse.**		**8. Klasse.**			
H. W.	2,28	W. S.	3,72	W. H.	4,06		
K. W.	3,00	E. T.	3,60	E. H.	*3,84*		
K. H.	2,70	H. Z.	3,40	H. N.	4,39		
K. R.	3,13	H. Pf.	2,70	W. G.	3,70		
W. K.	3,24	O. B.	3,10	P. L.	3,70		
H. H.	3,12			J. E.	3,99		
E. D.	3,25	E. R.	3,21	E. S.	—		
F. Sch.	3,12	H. K.	4,33	G. W.	4,13		
E. H.	2,63	L. F.	3,92	G. M.	—		
L. Pf.	2,98	J. O.	4,12	G. K.	4,98		
4. Klasse.		**7. Klasse.**		**V. S. A.**			
W. P.	2,95	F. R.	3,92	W. G.	4,18		
W. B.	3,94	H. N.	3,13	H. Sch.	*4,33*		
M. Sch.	3,05	W. K.	3,27	K. M.	4,63		
W. Sch.	3,33	K. S.	3,93	H. K.	4,62		
W. A. Sch.	3,69	E. R.	4,22	B. R.	5,17		

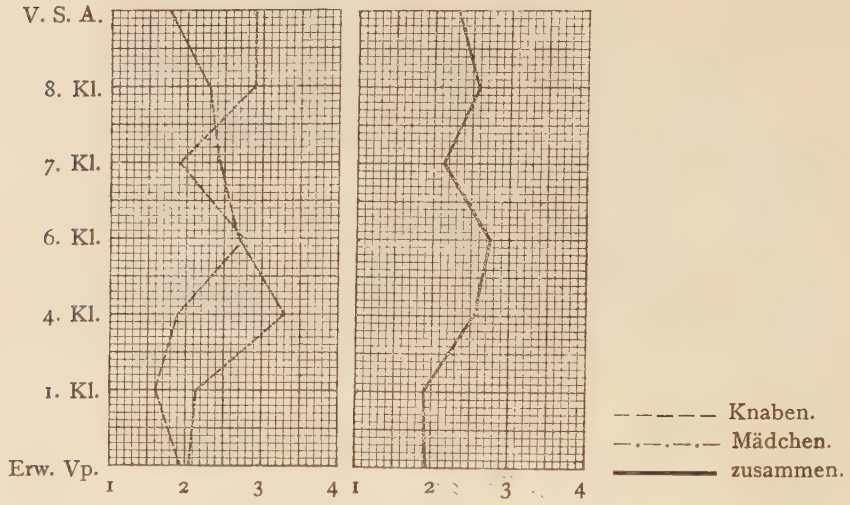
Arithm. Mittel.

	K.	M.	T.
Erw. Vp.	1,90	2,38	2,14
1. Klasse	2,87	3,02	2,95
4. Klasse	3,39	3,79	3,59
6. Klasse	3,30	3,89	3,60
7. Klasse	3,69	3,68	3,69
8. Klasse	*3,94*	*4,37*	*4,11*
V. S. A.	*4,59*	*4,01*	*4,30*

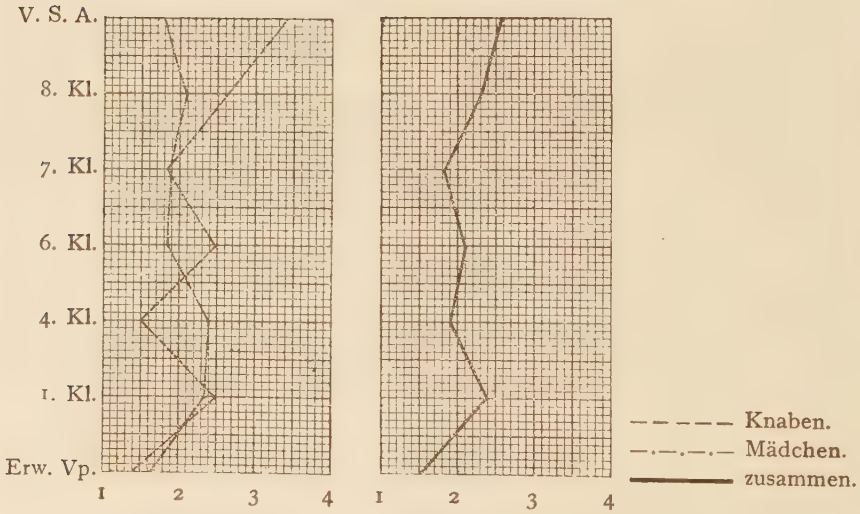
heit der Empfindung vorhanden, aber die Richtung nicht klar ausgeprägt ist, nicht weiter gelangen, als zu einem „unentschieden". Die Vp., die sich weniger objektiv verhält, wird willkürlich eine Bestimmtheit der Richtung zu der Empfindung hinzutun und ein entschiedenes Urteil abgeben. Aus diesem Verhalten, das durch die Erfahrung genug bestätigt ist, geht deutlich hervor, daß auch so noch, bei der einfachsten Untersuchungsempfindung, psychologische Faktoren (es kommt die Aufmerksamkeitskonzentration noch hinzu) mitsprechen. Sollte es sich zeigen, daß die Werte mit zunehmendem Alter abnehmen, so können an diesem Verhalten dennoch teils physiologische, teils psychologische Faktoren schuld sein. Ich zweifle nicht, daß sogar hier die psychologischen Elemente bei einer Verfeinerung der Werte den Hauptausschlag geben. Denn, noch ist ein Umstand zu erwähnen, der von Bedeutung ist. Bei kleinen Differenzen kann der Unterschied ganz sicher wahrgenommen werden, die Richtung aber unbestimmt sein. Da nimmt die reifere Vp. die verschiedensten Mittel zu Hilfe. Sie bildet Beziehungen zwischen „leuchtender" und „matter", zwischen „wärmer" und „kälter", zwischen „mehr gegen violett" oder „mehr gegen himmelblau" usw. Mit diesen Mitteln gelingt es nun, auch dort noch richtige Urteile zu finden, wo die weniger reife Vp. schon völlig subjektiv urteilt. Dadurch wird natürlich die Streuung bedeutend kleiner, nicht, weil die weniger reifere Vp. physiologisch schlechter steht, sondern weil sie der Hilfsmittel entbehrt. Ich habe bei den Einübungsversuchen alle Vp. auf jene Hilfsmittel aufmerksam gemacht; nur reifere Kinder haben gefunden, daß die Aufgabe dadurch erleichtert werde. Die andern hingegen haben sofort nachher wieder auf solche Mittel verzichtet. Übrigens war ich zu solchen Hilfsmitteln beim Fragen gezwungen, um den Kindern klar zu machen, daß es sich nicht um „heller" oder „dunkler" handle, sondern um mehr blau oder weniger blau. Alle Kinder konnten denn auch davon abgebracht werden, auf „heller" und „dunkler" zu schauen. Welche Mühe aber ein solches Einüben verursacht, davon nur ein Beispiel. Ein $4^1/_2$jähriges Mädchen verband sofort „innen" und „mehr blau", „außen" und „weniger blau", so daß jeder weitere Versuch unnütz war. Erst am folgenden Tage konnte diese falsche Assoziation durch große Differenzen gebrochen werden.

a) Die einzelnen Farben.

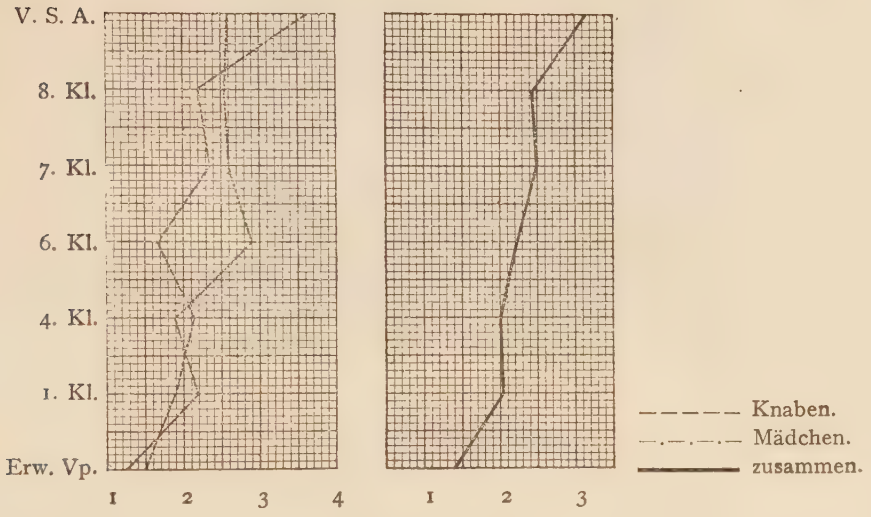
In chronologischer Reihenfolge der Darbietung folgten blau, rot, gelb. Die Kurven der gültigen Serien geben folgendes Bild für die Innenlage der V.



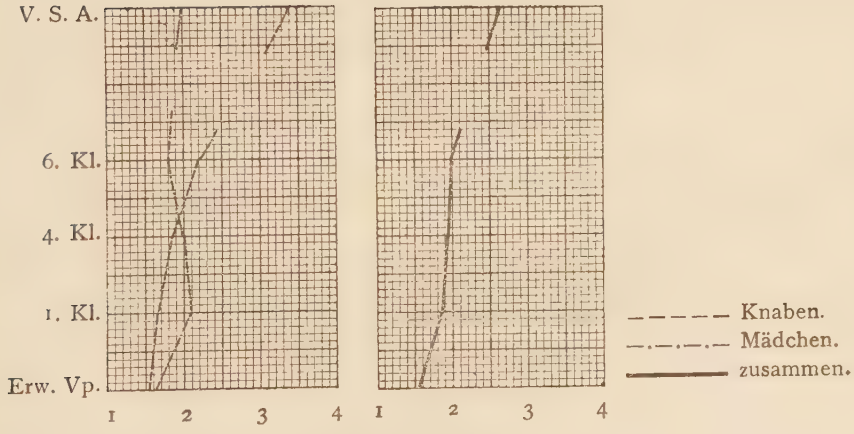
Kurve der M-Werte.
blau V innen, 2mal.



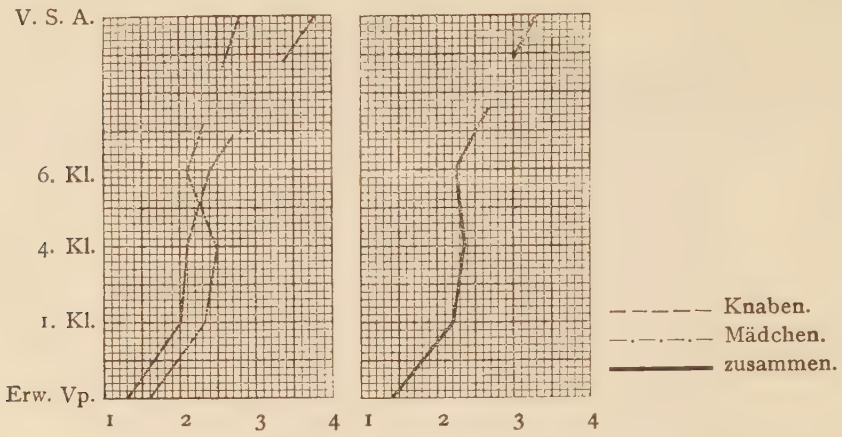
Kurve der M-Werte.
rot V innen, 6,55.



Kurve der M-Werte.
gelb V innen, 6,55.



Kurve der M-Werte.
blau V außen, 6,55.



Kurve der M-Werte.

rot V außen, 6,55.

Aus den Kurven ergibt sich, daß nicht alle Farben in Hinsicht der Unterschiedsempfindlichkeit ihrer Sättigungen für alle Altersstufen gleich leicht zu beurteilen sind. Für die erwachsenen Vp. gilt die Reihenfolge: Gelb, rot, blau; für 14jährige Vp.: Blau, gelb, rot; für die 4. und 6. Klasse (11- und 8—9jähr. Vp.): Gelb, rot, blau; für 7—8jähr Vp.: Rot, blau, gelb; für 6—7jähr. Vp.: Rot, gelb, blau; für 5—6jähr. Vp.: Blau, rot, gelb.

Eine gleich bunte Verschiedenheit ergibt sich, wenn man die Geschlechter trennt. Weder die männlichen noch die weiblichen Vp. erreichen bei einer bestimmten Farbe durchgehends bessere Resultate. Bei blau und rot sind in den Jahren 11—12 und 14 die Knaben den Mädchen überlegen; bei gelb die Mädchen den Knaben. In der 6. Klasse (8—9 Jahre) überragen die Knaben die Mädchen in gelb, unterliegen in rot und blau; bei 7—8 Jahren stehen die Knaben voran in blau, rot und gelb; bei 6—7 Jahren überragen die Knaben die Mädchen nur in gelb; bei 5—6 Jahren zeigen die Mädchen durchweg bessere Leistungen.

Bei allen Innenlagen zusammen gerechnet (die absoluten Zahlen in Betracht gezogen) überragen die Knaben die Mädchen auf allen Altersstufen, ausgenommen die Jahre 5—6 und 6—7 (vergl. die Kurve der Durchschnitts-M.).

Dieses Resultat steht den Resultaten derjenigen Untersuchungen nicht entgegen, bei denen der Farbensinn nach seiner ästhetischen Seite untersucht wurde und die ergaben, daß die Mädchen mehr Farbensinn haben als die Knaben. Es handelt sich hier um etwas anderes als die Beurteilung gefälliger Farben. Es wird eine ganz genaue und anhaltend aufmerksame Einstellung der Vp. verlangt, und da sind die Knaben den Mädchen überlegen. In seiner Arbeit gibt Jones, Seite 61, unter Nr. 4 an: „Im

5., 6. und 7. Jahre besitzen die Mädchen eine größere Empfindlichkeit als die Knaben, nachher sind die Verhältnisse umgekehrt. Die Zuverlässigkeit ist bei den Mädchen größer." Auch dieses Resultat läßt sich sehr gut mit dem meinen in Einklang bringen. Bei Jones, der keine Lage der direkten Randvergleichung hat, bei dem aber nur zwei Arten von Urteilen vorkommen können, der ganze Urteilsakt also einfacher ist, und trotzdem nie physiologisch so leicht wie bei meinen Innenlagen, ist die reine Scheidung in Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit mit Vorsicht aufzunehmen. Schwelle und Variation sind nicht unabhängig voneinander, also auch nicht Schwelle und Zuverlässigkeit. In diesem Sinne stimmen die Empfindlichkeit und meine M-Werte in gewisser Beziehung überein; daraus ist auch die beinahe völlige Übereinstimmung der Leistungen von Knaben und Mädchen in beiden Untersuchungen zu verstehen.

b) Die beiden Raumlagen.

Wo es sich darum handelt, möglichst genaue, absolute Werte für eine psychophysische Tatsache zu finden, müssen beide Raumlagen kombiniert werden, damit der Fehler der einzelnen Lage aufgehoben werde. Bei der vorliegenden Arbeit aber handelt es sich nicht darum, sondern um Gewinnung gleichartiger, zuverlässiger Werte, die eine Vergleichung ermöglichen. Es war daher nicht nötig, die Außen- und Innenlage zusammen zu ziehen. Dafür sei hier eine Zusammenstellung der arithmetischen Mittel aller Altersstufen gegeben, die dann wenigstens eine Vergleichung ermöglichen:

blau r = 6,55

	V innen	V außen
Erw. Vp.	1,98	1,57
1. Kl.	1,87	1,83
4. Kl.	2,57	1,95
6. Kl.	2,72	1,99
V. s. A.	2,30	2,66

Die Werte zeigen, daß bei der Außenlage alle Altersstufen bessere Resultate aufweisen, mit Ausnahme der 5—6jährigen Vp. Die Verbesserung der Resultate ist ziemlich sicher bedingt durch die vermehrte Gewöhnung an blau, da die Darbietung der Außenlage derselben der Innenlage folgte. Daß die vorschulpflichtigen Kinder schlechtere Leistungen zeigen, beweist, daß bei ihnen die Gewöhnung gar keinen Einfluß hatte. Nicht ganz so rein zeigen die beiden Lagen bei rot diese Erscheinung. Aber auch hier sind die vorschulpflichtigen Kinder bei vermehrter Gewöhnung rückwärts gekommen, von 2,53 auf 3,29°. Diese Tatsache deutet klar darauf hin, daß psychologische Faktoren ausschlaggebend

waren. Die reiferen Kinder, die in Hinsicht auf Gewöhnung und Aufmerksamkeit durch die Arbeit in der Schule den jüngern überlegen sind, zeigen deutliche Fortschritte in der Leistung. Bei den jüngern Vp. konnte die Wirkung der Gewöhnung nicht einmal den Einfluß einer minder guten Disposition kompensieren.

c) Der Verlauf der Kurven bei den Innenlagen.

Eine Parallelität der Kurven der einzelnen Farben läßt sich nicht entdecken, auch dann nicht, wenn man nur Teilstrecken zu vergleichen sucht. Dennoch liegt offenbar eine Tendenz in denselben: Es wachsen die Werte mit abnehmendem Alter. Blau läßt diese Erscheinung erst ganz schwach sehen; die Blaukurve ist die unruhigste von allen. Die Rotkurve schwankt viel weniger hin und her und neigt deutlich nach rechts. Am schönsten aber zeigt die Kurve für gelb eine Steigerung der Werte. Die Kurve ist zugleich sehr gleichmäßig in ihren Bewegungen. Analog verhalten sich die Außenkurven. Diese letztere Tatsache zwingt zu der Überlegung, ob nicht vielleicht die durchgehends sich steigernde Übung dieses Verhalten der Kurven bedinge. Natürlich sind für die verschiedenen Altersstufen nicht alle Farben gleich schwer. Aber daß einerseits die zweite (außen) Kurve von rot und blau, bei der Gewöhnungs- und Übungseinflüsse sich zweifellos geltend machen, ruhiger wird und klarer als die erste Kurve der Farbe zeigt, daß die Ruhe in der Bewegung und das Hervortreten der Tendenz mit der chronologischen Reihenfolge wächst, ist mehr als bloßer Zufall. Es ist vielmehr ein gesetzmäßiges Verhalten: Beim Farbenunterscheiden tritt der Einfluß der physiologischen Faktoren fast ganz in den Hintergrund. Der Beweis dafür liegt darin, daß mit der Zahl der Übungsserien die Leistungen der reiferen Vp. in der Feinheit zunehmen, die der unreiferen aber nicht, so daß sich die Durchschnitte der Altersstufen aus einem wirren Durcheinander allmählich zu einer ruhigen Linie formen, die davon zeugt, daß die steigende Fähigkeit der Aufmerksamkeitskonzentration und der leichter werdenden Hinlenkung des Willens auf ein bestimmtes Ziel die Fortschritte mit zunehmendem Alter bestimmt.

d) Die Schwellen und konstanten Fehler.

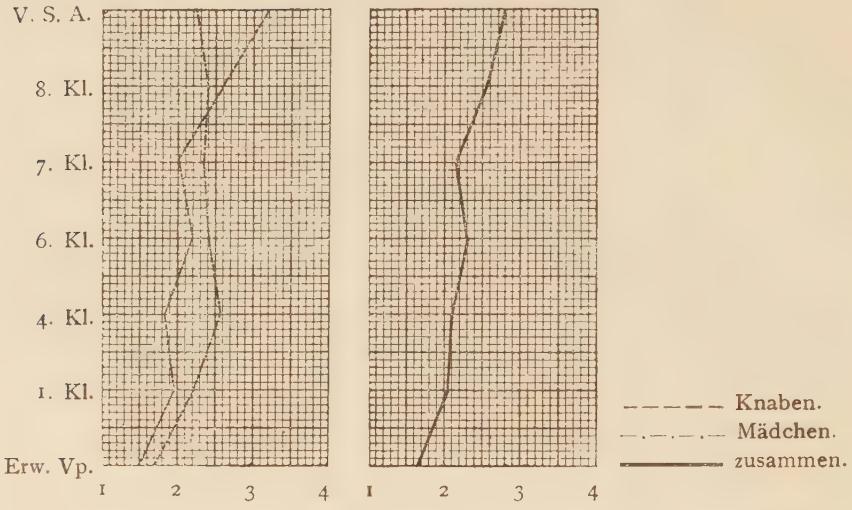
In welchem Sinne bei der Wirthschen Methode die Schwelle Geltung hat, wissen wir bereits. Hier sei wiederholt, daß sie, isoliert betrachtet, nur dann einen Wert für die Beurteilung des Verhältnisses der psychologischen und physiolgischen Faktoren in ihrem Anteil am Urteil hat, wenn der periphere Apparat nicht mehr ausreicht, Unterschiede wahrzunehmen. Deshalb haben bei unserer Arbeit die Schwellen nur negativen Wert: Sie werden mit zunehmendem Alter ja eher größer. Das kommt

daher, daß Kinder, je jünger sie sind, um so subjektiver urteilen. In dieser Hinsicht ist die Zusammenstellung der Schwellendurchschnitte lehrreich. Zwischen der 6. und 7. Klasse (7.—8. und 8.—9. Jahr) springen plötzlich die Schwellen ein merkliches Stück herunter: Es ist also hier eine Grenze in Hinsicht des Verhaltens bei der Beurteilung eines objektiven Tatbestandes vorhanden: Kinder über 8 Jahre sind schon imstande, ihr subjektives Drängen zugunsten eines objektiven Sachverhalts zu bezwingen.

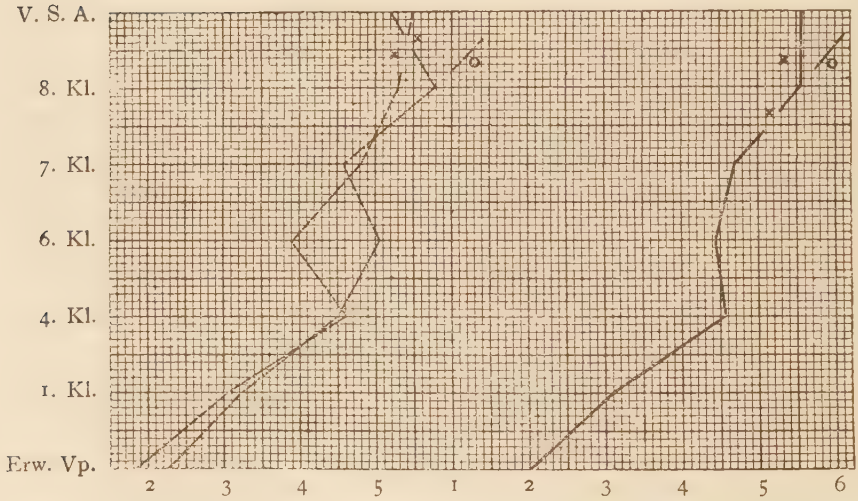
Die Tabellen der konstanten Fehler zeigen, daß weder bei den einzelnen Geschlechtern noch Altersstufen ein gesetzmäßiges Verhalten der subjektiven Gleichempfindung gegenüber der objektiven Gleichheitslage vorhanden ist. Da der konstante Fehler natürlich sehr stark abhängig ist von der technischen Feinheit des Darbietungsapparates, worunter die Montage der Scheiben, die Art der Rotation und Vibration verstanden sind, so ist diese Zufälligkeit leicht verständlich.

e) Die Lagen „Nebeneinander" und die Sukzessivdarbietung.

Sie sollen etwas Licht in das Verhältnis der beim Urteil angespannten Faktoren bringen. Schon bei der Innenlage, so haben wir gezeigt, sind die physiologischen Faktoren an den M-Werten nur gering beteiligt. Die Schwellenwerte, isoliert betrachtet, lassen den Schluß zu, daß für Unterschiede von 1 Grad das Auge bis auf 5 Jahre hinunter vollkommen entwickelt ist. Um noch mehr Beweismaterial zu bekommen, wurden die beiden schwereren Darbietungen noch hinzugezogen. Die Überlegung dabei war die: Da im Laufe der Versuche bei der leichteren Darbietung einige ganz junge Vp., wenn sie sichtlich gut disponiert waren, überraschend kleine M-Werte erzielten (5.—6. Jahr: W. G. 1,94, G. F. 1,47, H. M. 1,94, 1,02, 1,33, M. L. 0,75, 1,49, H. W. 1,48; 6.—7. Jahr: G. W. 1,56, G. M. [bei dreimal blau] 1,62, I. E. 1,89, 1,89, P. L. 1,89, W. H. 1,83; 7.—8. Jahr: B. P. 1,74, M. H. 1,47, G. H. 1,94, E. R. 1,36, W. K. 1,91, H. N. 0,49!, F. R. 1,89 usw.), die Totalkurve von blau, rot und gelb Innenlage aber dennoch eine Verfeinerung der Leistungen zeigt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß psychologische Faktoren am Fortschritt der Leistungen schuld sind. Diese Wahrscheinlichkeit erhöht sich beinahe zur Gewißheit, wenn die psychologisch schwerere Darbietung eine wesentlich größere Verfeinerung aufweist. Der Einwurf, bei den „nebeneinander"-Darbietungen steige auch physiologisch die Schwierigkeit, gilt nicht, denn das Auge stellt sich auch hier so ein, daß die beiden Eindrücke auf der Netzhaut bei einander, oder sogar aufeinander wirken, nur nicht zu genau gleicher Zeit. Es gilt also den ersten Eindruck zu behalten, damit der zweite damit verglichen werden kann. Bei der Simultandarbietung kann nach Belieben hin und her verglichen und kontrolliert werden; bei der Sukzessivdarbietung spielt das unmittelbare Behalten mit.



Durchschnittswerte für $\underbrace{\text{blau, 2 mal, rot und gelb}}_{\text{V innen 6,55}}$ für M.

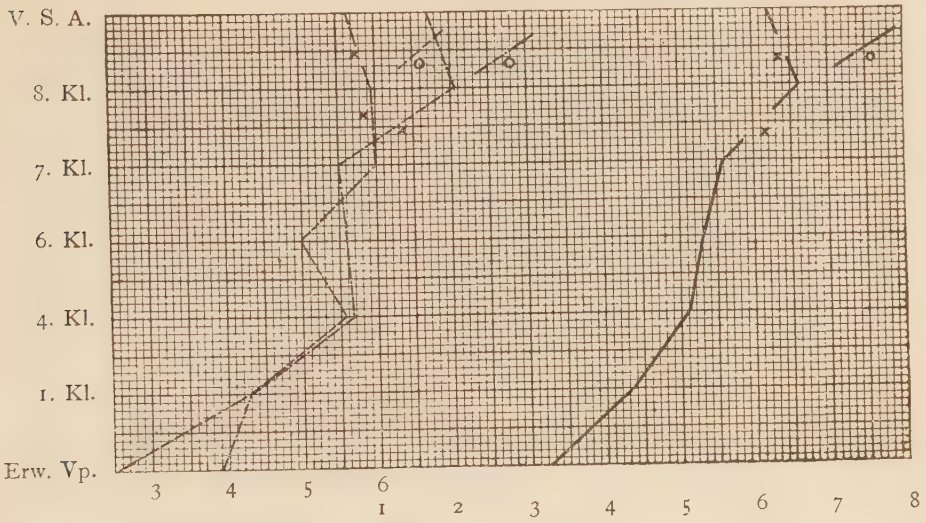


Durchschnittswerte der M.
gelb V l. nebeneinander gleichzeitig.

Die mit × bezeichneten Unterbrechungen in den Linien deuten an, daß in der 8. Klasse bzw. bei den vorschulpflichtigen Kindern einige versagten.

o Diese allgemeine Richtung würden die Kurven erhalten, wenn die Nullresultate mitberechnet würden.

Knaben.
Mädchen.
zusammen.

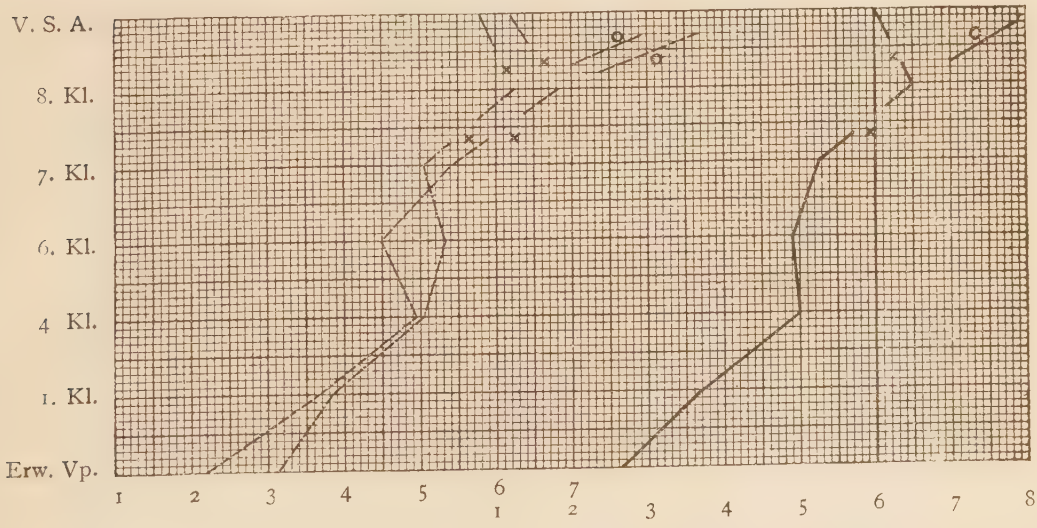


gelb V l. successive.

× Die Stellen weisen auf Versagen bei den 6—7- und 5—9jährigen Vpp. hin.

o Diese allgemeine Richtung müßten die Kurven nehmen, wenn die Nullresultate der Versager mitberechnet würden.

– – – – – Knaben.
–.–.–.– Mädchen.
——— zusammen.

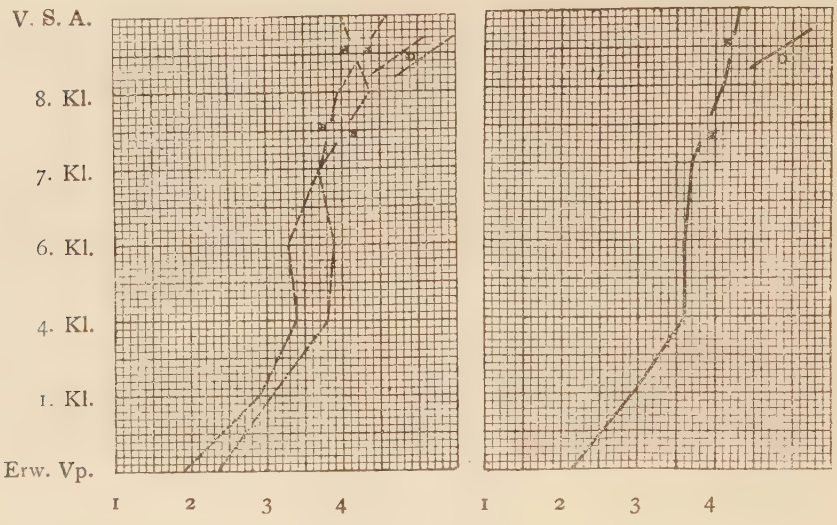


gelb V l. und succ. Durchschnitts-M.

× Die Unterbrechungen zeigen an, daß bei den 6—7- bez. 5—6jährigen Vpp. einige versagten.

o In dieser allgemeinen Richtung müßte die Kurve verlaufen, wenn die Nullresultate der Versager mitgerechnet würden.

– – – – – Knaben.
–.–.–.– Mädchen.
——— zusammen.



Durchschnitts-M-Werte für $\frac{\text{blau 2 mal, rot, gelb}}{\text{V innen, 6,55}}$ gelb V l. und succ.

× Die Unterbrechungen zeigen an, daß bei den 6—7- bez. 5—6jährigen Vpp. bei den schweren Raumlagen einige versagten.

o Die schrägen Linien deuten die allgemeine Richtung an, in welcher die Kurven weitergehen müßten, wenn die Nullversuche der Versager einbezogen werden könnten.

——— Knaben.
—·—·— Mädchen.
——— zusammen.

Vergleiche die Kurven auf Seite 116—118. Bei den Innenlagen verbessern sich die Leistungen (die Extreme gerechnet) von 2,76 auf 1,62, also um $1{,}14^0 = 41{,}3\,^0/_0$, dabei ist aus der Kurve zu lesen, daß die Mädchen in den Leistungen von 5—11 Jahren und die Knaben von 7—14 Jahren ungefähr gleich bleiben. D. h.: während der ganzen Zeit vom 7.—14. Jahre sind die Leistungen bei den leichten Darbietungen beinahe stabil. Nur von den vorschulpflichtigen Kindern (es waren zufällig drei sehr intelligente Mädchen dabei, daher hier die Ausnahme) bis zu den 7jährigen und von den 14jährigen zu den erwachsenen Vp. zeigen sich Fortschritte. Somit ist es klar erwiesen, daß das erste Schuljahr ohne speziell die Farben zu üben, einfach durch die Erziehung des ganzen Kindes dieses befähigt, bessere Leistungen zu erzielen. Es ist ferner einleuchtend, daß erwachsene Vp. (Altersdurchschnitt $27^1/_2$ Jahre) den 14jährigen Kindern in jenen ausschlaggebenden Faktoren überlegen sind. Bei den schwereren Raumlagen zeigen die Kurven ein anderes Bild: Die Simultanvergleichung ergibt in den Altersstufen zwei wesentliche Brüche: Im 7.—8. Jahr und im 11. bis 12. Jahr. Die gleiche Brechung zeigt auch die Kurve der Sukzessiv-

darbietung und natürlich das Total der beiden. In beiden Fällen steigt die Kurve rasch nach rechts von den Erwachsenen bis zu den 14jährigen, rascher noch bis zu den 11jährigen. Dann geht es nur wenig vorwärts bis zu den 7—8jährigen, um von hier rapid nach rechts abzubiegen. Von den 6—7 und 5—6jährigen Kindern waren nicht mehr alle imstande richtig zu urteilen, weder bei der Simultan- noch bei der Sukzessivdarbietung. Die Kurven zeigen daher Unterbrechungen. Daß einzelne Kinder auch hier in tieferen Altersklassen bessere Resultate aufweisen als solche in höheren Klassen, beweist höchstens die allgemein anerkannte Tatsache, daß sich die Kinder geistig verschieden schnell entwickeln. Es zeigt sich auch hier, daß die Knaben den Mädchen überlegen sind. Nur kehrt sich hier das Verhältnis schon beim 7. und 8. Jahre um.

Es ergeben sich hier somit nach der Kurve 4 Klassen: Vom vorschulpflichtigen Alter bis in die 7. Klasse (7. Lebensjahr), von der 7. bis 4. Klasse (8. bis 11. Lebensjahr), von der 4. bis zur 1. Klasse (11. bis 14. Lebensjahr) und von hier zu den Erwachsenen. Von der 7. Klasse bis zu den Erwachsenen steigt die Leistung von 5,21 auf 2,65 = 2,56 Grad Unterschied. Dabei kann der große Unterschied zwischen 7. Klasse und dem vorschulpflichtigen Alter nicht einmal mitberechnet werden, da die Werte nicht vollständig sind. Dennoch ergibt sich eine Steigerung von 51,1 %. Stellen wir die gleiche Rechnung bei den Innenlagen ebenfalls erst vom 7. bis 8. Jahre gerechnet an, so ergibt sich eine Verfeinerung von 0,54 auf 2,16 Grade Ausgangswert. Die vermehrte Zunahme der Verfeinerung ergibt also mehr als das Doppelte. Somit darf folgende Annahme als bewiesen angesehen werden: Die Entwicklung beim Unterscheiden von Farbengraden beruht sicher vom 5. Lebensjahre an lediglich auf geistigen Faktoren. (Beweise dafür ergaben bis jetzt die Schwellenwerte, das Verhalten der schulpflichtigen Kinder bei den Innenlagen, das eindeutige Verhalten beider Geschlechter bei der Simultan- und Sukzessivdarbietung und endlich der große Unterschied in der Verfeinerung der Leistungen zwischen leichterer und schwerer Darbietungsart.) Somit ist die Totalkurve aller Darbietungen auf Seite 118 so zu verstehen: Die nach den Wirthschen M-Werten auf Grund meiner Untersuchungen errichteten Kurven zeigen an, daß die Verfeinerung der Leistungen im Farbenunterscheiden, die auf geistige Faktoren zurückzuführen ist, drei Zonen starker Vorwärtsbewegung durchmacht: Während der Jahre 5—7, 11—14 und 14 bis zum Alter der Erwachsenen, Während der Zeit vom 7.—11. Jahr geht die Steigerung der Leistung langsamer aber dennoch sichtbar vor sich. Knaben sind den Mädchen sicher überlegen vom 7.—8. bis zum 14. Jahr; das Verhältnis kehrt sich sicher ins Gegenteil um für das 6.—7. Jahr und wird dann unsicher, weil nicht mehr alle Vp. mitmachen konnten. Es ist somit bewiesen, daß

jede formale Erziehung dazu beiträgt, die Leistungen im Farbenunterscheiden zu verbessern. Diese Tatsache aber bleibt offenbar für alle Unterscheidungen [1]) zu Recht bestehen.

Umgekehrt führt eine systematische Ausbildung der Sinnestätigkeiten das ganze Kind auf eine höhere Stufe der Leistungsfähigkeit, so daß es völlige Berechtigung hat, in den ersten Schuljahren die Aufmerksamkeit auch jenen Unterrichtsgegenständen zuzuwenden, die die Ausbildung der Sinne in ihrem Gebrauch bezwecken. Es wird das Kind dadurch reifer und stärker für die nachher folgenden mehr abstrakten Gegenstände. Die Ergebnisse geben auch das Material an die Hand zur Lösung der Frage, ob die verschiedenen Altersklassen sich verschieden verhalten beim Farbenunterscheiden.

Das Farbenunterscheiden ist Geistesarbeit; dem Stande geistiger Entwicklung gemäß „sehen" die verschiedenen Vp. verschieden. Will man also Merkmale von Altersstufen angeben, so gelten diese nur bedingungsweise. Allen Stufen ohne Ausnahme ist es eigen, daß sie möglichst gut sehen wollen. Ob das für den Versuch förderlich oder nachteilig ist, kommt hier nicht in Frage. In den Einübungsversuchen muß die Tendenz liegen, die Vp. zum genauen Sehen zu veranlassen. Daraus ergibt sich jenes Streben der Vp. von selbst. Aber es zeigt sich nicht überall in gleicher Weise. Während die erwachsenen Vp. bei kleinen Differenzen in Unlust geraten, bis die Entscheidung vollzogen ist, und starke Unlustgefühle sich bemerkbar machten, konnte ich bei keinem Kinde, auch bei den 14jährigen nicht, solche Unlustgefühle bemerken. Es mag dies darin begründet sein, daß die erwachsene Vp. sich nicht durch subjektives Entscheiden befreien kann, während bei den Kindern in schwieriger Lage solche subjektive Lösungen nach meiner Überzeugung durchgängig gebräuchlich sind. Sonst wäre doch wohl mehr als eine jüngere Vp.[2]) auf den Gebrauch von Hilfsassoziationen verfallen. 11- und 14jährige Vp. empfanden diese Mittel als Erleichterung, bei 8 bis 9jährigen bin ich nicht sicher, aber noch jüngere Vp. hatten keinen Nutzen davon. Sie versuchten dafür anfangs ständig, durch Raten der Schwierigkeit einer Richtungsdeutung kleiner Unterschiede aus dem Wege zu gehen. Es ist dieser Ausweg so vielfach vorgekommen, daß ich annehmen muß, es sei dem kindlichen Gemüt bis zum 7. Jahre eigentümlich, sich durch irgend ein bewußtes oder unbewußtes Schema der Urteilsverteilung den Schwierigkeiten des Versuches zu entziehen. Nur einmal ist das Raten bewußt bei einem Mädchen von 11 Jahren vorgekommen, sonst bei 7—8jährigen Vp, häufiger bei 6—7jährigen Vp. und

[1]) Für Streckenvergleichungen siehe Kerstan in den Pädagogisch-Psychologischen Arbeiten des Instituts des Leipziger Lehrervereins, Bd. VI.

[2]) Nur ein Mädchen von 7—8 Jahren hat spontan gefunden: „Inwendig sah es diesmal dreckiger aus, außen schöner gelb."

als Plage für den Versuchsleiter bei den Vorschulpflichtigen. Aber nicht nur bewußtes Raten kommt vor; bei 7—8jähr. Vp. weist das Protokoll bei zwei Knaben auf unbewußtes Raten hin. Beide Arten des Ratens kennzeichnen sich dadurch, daß die Urteile einfach, doppelt oder dreifach ständig wechselten, oder daß serienweise bald „blauer" bald „weniger blau" geurteilt wurde, bis eine ganz große Differenz die Serie umspringen ließ. Das Raten ist denn auch schuld daran, daß die jüngeren Kinder alles wissen. So haben mir vier 5jährige Vp. und zwei 6jährige erklärt: „Du machst bei mir nie gleich" oder einige der Vorschulpflichtigen erklärten ihren Geschwistern: „Mir kann der Herr K. nichts zeigen, was ich nicht weiß". Nicht als ob nun alle jüngeren Vp. solchen Schemata erliegen müßten. Zwei Mädchen von 5—6 Jahren urteilten so objektiv wie 14jährige, ein Knabe von 6 Jahren desgleichen. Das Raten oder Nichtraten zeigt geradezu die Höhe geistiger Entwicklung an.

Vom 8. Jahre an scheint das Raten beinahe völlig überwunden zu sein. Aber sämtliche Kinder werden sich der Schwierigkeit beim Urteilen über kleine Differenzen nicht bewußt[1]), wenigstens werden sie davon nicht affiziert, während die erwachsenen Vp. starke Unlustgefühle erleben.

In den gleichen Jahren, in denen das Raten Brauch ist, findet sich noch eine andere Erscheinung: die Kinder sind sehr stark abhängig vom eben gegebenen Urteil, manchmal so stark, daß eine Versuchsserie nicht gebraucht werden kann.

Wo trotz großer Mühe weder das Raten noch der Einfluß des vorhergehenden Urteils gebrochen werden konnte, da treten in den Tabellen die Lücken ein. Der Einfluß des eben gegebenen Urteils kam auch bei älteren Kindern häufig vor, doch erstreckte er sich hier nur so weit, daß ganz kleine Differenzen ihm seine Richtungsdeutung verdanken. Überdies zeigt sich der Einfluß nicht darin, in der gegebenen Urteilsart zu verharren, wie bei den Kindern unter 8 Jahren, sondern darin, mit der Urteilsart zu wechseln, ohne jedoch zu einem „zum Raten zwingen" stark genug zu sein.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Kinder bis zum Alter von 6 bis 7 Jahren unterliegen der Versuchung, durch Raten der Schwierigkeit des Urteils entgegenzutreten, sehr leicht. Die subjektiven Schemata der Urteilsverteilung beherrschen sogar in den einzelnen Fällen das Kind so stark, daß es als Vp. nicht gebraucht werden kann. Bis ungefähr zum gleichen Alter hin erliegen die meisten Kinder dem Einfluß des vorangegangenen Urteils stark. Er zwingt sie bei der gleichen Urteilsart zu verharren. Schwierigkeit im Unterscheiden gibt es einfach nicht.

Im Alter von 8—11 Jahren hat sich ein Versuch zum Raten nur einmal gezeigt. Die Kinder sind also schon über jene subjektive Periode

[1]) Die Fälle, in denen zugestanden wurde, daß das Urteilen schwer sei, sind sehr selten.

hinausgekommen. Dennoch sind sie noch zu wenig geübt, so objektiv zu beobachten, um jeden einzelnen Urteilsakt relativ unabhängig zu vollziehen. Kleinere Differenzen werden unter dem Einfluß des eben vorangegangenen Urteils, aber meistens im entgegengesetzten Sinne beurteilt. Die durch diesen Einfluß bedingte Art der Variation scheidet sich genau vom Raten dadurch, daß sie niemals bewußt ist und nicht dem üblichen Alterationsschema folgt. Eine Schwierigkeit bei den Urteilen wird beachtet, aber nicht empfunden.

Die 14jährigen Vp. nähern sich beim Urteilen schon sehr stark der Art und Weise der erwachsenen Vp. Es ist mir jedoch kein Fall vorgekommen, in dem Unlustgefühle sich bemerkbar gemacht hätten, während solche Äußerungen bei jeder erwachsenen Vp. oft auftraten.

Bezeichnet man richtig die Zeit bis zu 7 Jahren als die Zeit der Subjektivation objektiver Eindrücke, so kann man ihr vom 14. Jahre an das Alter des objektiven Betrachtens gegenüberstellen. Vom 8.—11. Jahre erringt sich das Kind allmählich die Fähigkeit zum objektiven Betrachten.

8. Individuelle Ergebnisse.

Alle vorausgegangenen generellen Resultate sind so aufzufassen, daß es sich im allgemeinen bei den Vp. derart verhält. Daß einzelne Individuen sich völlig anders verhalten, ändert daran nichts. Im Gegenteil, die Ausnahmen stützen nur das Hauptergebnis der Arbeit. Wären organische Faktoren in beachtenswerter Weise beteiligt, so müßte das ein ziemliches Gleichmaß in den Resultaten mindestens innerhalb von 2—3 Altersstufen zusammen bedingen, weil in der organischen Entwicklung Verschiedenheiten, die drei Jahre ausgleichen, wohl zu den Seltenheiten gehören. Unsere Arbeit aber zeigte (s. S. 115), daß Leistungen von 5-, 6- und 7jährigen, die solche von 14jährigen Vp. übertreffen, gar nichts Seltenes sind. Die psychische Deutung dieser Erscheinung ist auch noch auf einen analogen Fall anzuwenden. Es zeigt sich in manchen Fällen bei den Urteilen einer und derselben Vp. eine große Schwankung in den Resultaten der einzelnen Versuchsserie. Das kann nur von Verschiedenheiten in der psychischen Tagesdisposition herrühren. Die Annahme, daß die eine Farbe dem Kinde so viel mehr Schwierigkeiten bietet als die andere, ist nicht zu halten, da mir genau die gleiche Farbe und Versuchsanordnung oft ganz verschiedene Resultate brachte. Um für diese Frage Material an der Hand zu haben, und zudem den Übungsfortschritt zu verfolgen, stellte ich bei zahlreichen Vp. bei blau 3 und 4 gleiche Versuchsserien an.

Frl. St. erzielte für blau nacheinander: 2,53; 2,23; 2,32; 2,47; 2,01; 2,34.

Herr S.: 2,69; 1,96; 1,96.

Herr K.: 2,68; 1,89; 1,60; 1,43; 1,95; 1,78; 2,06; 1,86.

1. Klasse:	K. W.	2,01;	1,69;	1,14.				
	K. H.	2,20;	1,60;	1,04.				
	K. R.	2,37;	1,96;	2,06;	2,04.			
4. Klasse:	W. P.	W. B.	M. Sch.	K. v. W.	E. F.	G. K.	G. P.	K. I.
	2,12	3,07	2,58	3,67	3,04	2,65	3,36	2,74
	1,96	1,83	1,20	2,37	2,61	3,89	4,22	3,49
	1,85	2,04	1,00	1,85	1,86	3,41	3,95	2,62
6. Klasse:	W. Sch.	E. F.	F. H.	E. I.				
	3,34	1,54	2,45	3,12.				
	4,27	1,67	3,10	2,36.				
	3,79	2,23	2,14	2,10.				

Da hier genau die gleichen äußern Bedingungen bei allen Serien vorhanden waren, kann der Grund der erheblichen Schwankungen nur in der Verschiedenheit der psychischen Disposition gesucht werden. Da bei diesen Vp. die erste Serie vollwertig ist, können auch die Differenzen zwischen der ersten und zweiten Serie mitbetrachtet werden. Es ist ja klar, daß die Eingewöhnung großen Anteil hat an den Abwärtssprüngen. Aber an den Sprüngen nach oben? Von den 18 angeführten Vp. zeigen 6, also $^1/_3$, bei der zweiten Serie eine Verschlechterung der Leistung. Und dies also trotz Gewöhnung und Übung. Dieser Tatsache könnte die Annahme physiologischer Grundfaktoren wieder nicht gerecht werden. Die psychologische Erklärung hingegen versagt nicht.

a) Einfluß der Übung.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß die Annahme Jones' über die Übung nicht stimmen kann, wenigstens nicht für eine geringe Anzahl von Versuchsserien. Wie eben erwähnt wurde, verwischen oft Einflüsse von Indisposition und Zerstreutheit den Übungsfortschritt. Dennoch zeigen bei 3 Serien 12 von 18 Vp. von der 1. zur 2. Serie Fortschritte, 13 von 18 Vp. von der 2. zur 3. Mit zwei erwachsenen Vp. ging ich bis auf 7 und 8 Serien. Da zeigt sich, daß zwar die Eingewöhnung die Kurve der Werte nach der ersten Serie stark sinken läßt, daß in den meisten Fällen bei der 3. Serie nochmals bessere Resultate erzielt werden, daß aber dann die Kurve bald aufwärts bald abwärts geht. Wenn dies bei Erwachsenen der Fall ist, würde sich die Erscheinung, nach den ganzen Resultaten zu schließen, bei Kindern verstärkt zeigen. Ich möchte daher lieber in den ersten Zeiten des Versuchs von einer Gewöhnungskurve reden, die auf ein bestimmtes Niveau strebt; die so erreichte Höhe bleibt (unter kleineren Variationen) ziemlich lange gleich. Erst sehr große Übung könnte da eine entschiedene Richtungsbewegung der Kurve veranlassen. Spezielle Versuche hätten diese, auf Grund unzulänglichen Materials gewonnene Annahme zu stützen.

Bestimmte Typen beim Farbenunterscheiden konnte ich nicht entdecken. Die Vp. unterscheiden sich allerdings dadurch, daß die einen fast plötzlich oder wenigstens rasch, die andern eher bedächtig urteilen. Die Resultate aber zeigen zu wenig Unterschiede, um diese an sich bekannte Tatsache in bestimmter Weise zu fassen.

b) Familiäre Begabung.

Unter den Vp. befanden sich 11 Geschwisterpaare. Um die Frage, ob die Zugehörigkeit zur gleichen Familie irgend welche Beziehung zwischen den Leistungen in den einzelnen Farben als auch im Ganzen bedinge, bestimmte ich für jede Vp. für jede Innenlage von blau, rot und gelb und für das arithm. Mittel derselben eine Wertung. Gut nenne ich die Leistung dann, wenn sie besser ist als das arithm. Mittel der betreffenden Altersstufe; schlecht, wenn der M-Wert über dem Mittel stand. Bei den zwei Mädchen E. I. und M. O. berechnete ich, da sie zwischen zwei untersuchten Altersstufen stehen, erst den Mittelwert der nächst obern und dann der untern Stufe. Für blau ergibt sich so bei beiden Geschwistern gut: 2mal, schlecht: 2mal; für rot gut: 1mal, schlecht: 3mal; für gelb gut: 4mal, schlecht: 2mal. Da die höchsterreichte Zahl der Übereinstimmungen 4 von 11 ist, muß gesagt werden, daß mit Bezug auf die Unterscheidung der Farbengrade bei rot, blau und gelb die Zugehörigkeit zur gleichen Familie keine Bevorzugung bedingt. Alle drei Farben zusammen genommen ergibt sich eine gleiche Qualifikation (schlecht) nur bei zwei Geschwisterpaaren. Beim Durchschnitt aus dem Nebeneinander und den Innenlagen weisen gleiche Qualifikation (schlecht) 4 Geschwisterpaare auf.

So muß geschlossen werden, daß weder bei einfacher noch bei komplizierter Darbietung eine, gleich viel nach der guten oder schlechten Seite gehende, familiäre (angeborne) Unterschiedsempfindlichkeit für Farbensättigung zu konstatieren ist.

Eine Beziehung der Leistungen zu dem Berufe des Vaters oder zur Lieblingsbeschäftigung der Vp. ließ sich auch nicht feststellen, da die meisten Lieblingsbeschäftigungen mit dem Farbensehen nichts zu tun haben, und unter den Berufen der Väter der Malerberuf nur einmal auftritt, der allein mit dem Farbenunterscheiden in Beziehung steht. Die beiden Malerkinder zeigen sehr gute Leistungen. Ob das Zufall ist, bleibe völlig dahin gestellt.

c) Leistungen und Schulzensuren.

Die Hauptzensur kann nicht in Betracht kommen, ihrer Zusammensetzung aus den verschiedensten Faktoren wegen nicht. Um so mehr läßt sich eine Beziehung erwarten zwischen der Aufmerksamkeitszensur und der (im Gegensatz zu den Zensuren) subjektiven, aber wie neuere

Untersuchungen erwiesen haben, nicht willkürlichen Beurteilung der Kinder durch die Klassenlehrer.

Die Aufmerksamkeitszensur zeigt leider sehr kleine Variationen. Dafür geben die Urteile der Klassenlehrer, die ich bat, hauptsächlich auf die Aufmerksamkeitsseite und Willensbildung acht zu haben, mehr individuelle Aufschlüsse. Um eine Übereinstimmung, bzw. das Gegenteil feststellen zu können, verfuhr ich so: Ich bildete die Differenz zwischen dem arithm. Mittel der Knaben oder Mädchen der betreffenden Altersstufe und den individuellen Resultaten. Je nachdem die Leistung unter oder über dem Mittel waren, zensierte ich mit gut oder schlecht. Damit verglich ich nun die Urteile der Lehrer. Bei den vorschulpflichtigen Kindern hatte ich mir während der ganzen Versuchszeit durch genaue Beobachtung ein Urteil gebildet. Das Verhältnis der Fälle von Übereinstimmung und vom Gegenteil gibt so Auskunft darüber, ob sich eine Beziehung herausstellt zwischen der Beurteilung durch die Lehrer und den Leistungen im Experiment. Von 61 Vp. ergab sich sichere Übereinstimmung in 44 Fällen, keine Übereinstimmung in 10 Fällen. Bei 7 Vp. wagte ich auf Grund der unbestimmt gefaßten Urteile keine Entscheidung. Das macht für die positiven Fälle 72,1 %, d. h. es ergibt eine entschiedene Übereinstimmung zwischen der Beurteilung des Klassenlehrers und der nach den M-Werten beim Experiment.

Wenn man bei der Hauptzensur 2b als gut rechnet, ergeben sich 27 Übereinstimmungen von 49 Fällen. Das Verhältnis läßt keinen Schluß zu; es beweist aber auch nicht ein negatives Verhältnis zwischen Hauptzensur und M-Werten.

9. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die nach M-Werten dargestellten Kurven zeigen mit zunehmendem Alter der Vp. eine deutliche Verfeinerung im Unterscheiden von Farbensättigungen.

2. Die Verfeinerung ist bedingt durch größere geistige Reife, nicht durch Verfeinerung peripherer Teile des optischen Apparates. Bei 5jährigen Kindern ist das Organische am Auge schon so weit entwickelt, daß es für die Unterscheidung außerordentlich kleiner Differenzen völlig genügt. Dieses Resultat unterstützt somit die Ansicht jener Autoren, die keine physiologische Entwicklung des optischen Apparates annehmen, sondern darauf hinweisen, daß es nur auf die geistige Deutung des Wahrgenommenen ankommt.

3. Die Zunahme der Verfeinerung ist ungleichmäßig. Bei den leichtern Darbietungen steigt die Kurve rasch vom 5. bis zum 7. Jahr. Es tritt ein Stillstand ein in der Zeit des 7. und 8. Jahres. Das 11. bis 12. Jahr zeigt deutlich bessere, das 14. Jahr hingegen nur wenig bessere

Leistungen. Die zum Vergleiche mit untersuchten Erwachsenen bedingen ein nochmaliges rascheres Steigen der Kurven.

Bei der schweren Darbietung (simultan und sukzessiv) ist die Verbesserung der Leistung mehr als doppelt so groß als bei der leichtern Darbietung. Die Kurve der Leistungen zeigt ein anderes Bild: Die 7—8jährigen sind den 5-, 6- und 7jährigen stark überlegen. Das 7., 8. und 11. Jahr zeigen fast keinen Fortschritt. Das 14. Jahr hingegen zeitigt bedeutende Verbesserung der Leistungen; zu den Erwachsenen hin steigt die Kurve abermals stark.

Leichtere und schwerere Darbietung zusammengenommen ergibt sich folgende Entwicklung im Farbensehen: In der Zeit vom 5. bis 7. Jahr verbessern sich die Leistungen schnell. Das 8. und 11. Jahr zeigt gegenüber dem 7. nur geringen Fortschritt. Das 14. Jahr weist einen sehr starken Fortschritt auf; die Erwachsenen sind den 14jährigen Vp. überlegen.

4. Die Knaben sind den Mädchen überlegen: a) bei der leichteren Darbietung im 7., 8.—9., 11. und 14. Jahr; das gleiche Verhältnis gilt in verkleinertem Maße bei den Erwachsenen; aber hier sind nur vier Vp. hinzugezogen worden; b) bei der schwereren Darbietung: Im 8. bis 9., 11. und 14. Jahre, bei den Erwachsenen; im 7.—8. Jahr sind die Leistungen der beiden Geschlechter fast gleich; im 5.—7. Jahr zeigen die Mädchen bessere Leistungen.

5. Die einzelnen Farben sind für die verschiedenen Altersstufen und für beide Geschlechter verschieden schwer. Jedoch zeigen sich die Mädchen mit Ausnahme vom 7.—8. Jahr den Knaben überlegen in rot und blau.

6. In der Art des Urteilens zeigen sich Unterschiede: a) bis zum 8. Jahre erliegen die Kinder (je jünger desto mehr) ihrer eignen Subjektivität. Sie suchen den Schwierigkeiten durch Raten auszuweichen. Zugleich erliegen diese Altersklassen sehr stark dem Einfluß des eben gegebenen Urteils, so daß manchmal erst große Differenzen die andere Urteilsart veranlassen. Schwierigkeiten beim Urteilen gibt es keine; b) mit 8 Jahren scheint das Raten überwunden zu sein. Kleinere Differenzen werden aber noch bis zum 11. Jahre unter dem Einflusse des eben gegebenen Urteils gedeutet; der Einfluß verführt in den meisten Fällen zum entgegengesetzten Urteil; c) erst bei den 14jährigen Vp. ist jeder Urteilsakt relativ selbständig, d. h. wenig abhängig von dem vorausgegangenen Urteil oder vom Schema. Die Urteilsart nähert sich der der Erwachsenen; d) nur bei Erwachsenen Vp. konnten bei schweren Urteilen Unlustgefühle konstatiert werden.

7. Zahlreiche Vp. zeigen ziemlich große Schwankungen in den Leistungen, was auf den vorwiegend psychischen Charakter des Unterscheidens schließen läßt.

8. Es ist anzunehmen, daß die Übung erst bei zahlreichen Versuchen sich deutlich bemerkbar macht.

9. Familiäre Veranlagung konnte nicht nachgewiesen werden.

10. Die Übereinstimmung zwischen der Beurteilung des Klassenlehrers und derjenigen nach den Leistungen im Farbenunterscheiden ist eine deutliche. Sie ist vorhanden in 72,1 % aller Fälle. Mit der Hauptzensur läßt sich weder eine Übereinstimmung noch ihr Gegenteil nachweisen.

10. Schlußbemerkungen.

Zwei Beobachtungen haben mich stutzig gemacht, ob eine so strenge Methode für Kinder angebracht sei. Die Methode hat Anforderungen gestellt, denen manche Vp. nicht gewachsen war. Sie stellt derartige Anforderungen an die Aufmerksamkeit und den Willen, daß es schwer ist, im einzelnen Falle zu entscheiden, ob im Moment der Urteilsabgabe maximale Anspannung vorhanden war oder nicht. Auf diesen Umstand hat mich ein kleiner Junge aufmerkam gemacht (H. S.); er hatte, trotzdem er aufmerksame Gesichtszüge und fixierende Augen zeigte, sehr schlechte Serien geliefert. Ich fürchtete, ihn als Vp. verlieren zu müssen. Da probierte ich es damit, vor jeder einzelnen Darbietung ihm zu sagen: „Das wirst du nicht sehen, es ist zu schwer für dich". Damit waren Ehrgeiz und Freude im Jungen geweckt. Statt 5,49 und 5,84 M-Werte lieferte er Serien mit 2,32 und 2,58. Der Fall spricht zwar wieder für unsere Lösung des Hauptproblems. Taugt aber eine Methode für Kinderversuche noch, wenn solche Fälle vorkommen? Der Junge ist zwar faul, so daß die Annahme gewisse Berechtigung hat, daß nur in extremen Fällen so was vorkomme. Ferner ist zu sagen, daß bis jetzt noch keine andere Methode auch nur einigermaßen Klarheit in dieser Frage zu schaffen vermochte. Wenn die Methode also bei Kinderversuchen auch Mängel hat, das Eine ist doch sicher: Sie allein gibt bei vorsichtiger Anwendung und Verwendung der Resultate gute Anhaltspunkte für fördernde Schlüsse.

Um die Versuchszeit nicht allzu stark auszudehnen, wurde die Zahl der Vp. auf die angegebene beschränkt. Es kann der Vorwurf gemacht werden, daß die Ergebnisse einer so geringen Zahl nicht bindend seien. Ich selbst bin zwar der Überzeugung, daß eine größere Zahl von Vp. die Kurven etwas geebnet, daß sie aber auf die allgemeine Richtung schwerlich großen Einfluß gehabt hätten, da sich eine eindeutige Tendenz in den Kurvenbildern ausspricht.

Aber da trotz aller Vorsicht und Verbesserungen am Apparat infolge der Rotation der Scheiben die Darbietung immer noch nicht ideal genannt werden darf, so schlage ich vor, zu weitern Untersuchungen eine Art der Darbietung zu wählen, die die Reize ruhig läßt. Zu denken

wäre an in bestimmtem Prozentsatze gemischten Flüssigkeiten in zugeschmolzenen, parallelwandigen Glasgefäßen. Vielleicht ließe sich eine Darbietung vermittelst Projektion erreichen. Es könnten dabei zugleich zahlreiche Vp. (mit Gehilfen des Leiters an der Seite) untersucht werden. Ferner könnte die Darbietung leicht verschieden schwer oder leicht gemacht werden, je nachdem man die Sättigungsfelder auseinanderzieht oder aneinanderlegt. So wäre dem Prinzip der großen Zahl eher gerecht zu werden.

Was nun praktisch aus der Arbeit folgt in Hinsicht auf Farbenerziehung, ist folgendes: Es hat sich herausgestellt, daß alle Vp. relativ rasch in ihren Leistungen ungefähr den Durchschnitt der Klasse erreichten, daß aber der Einfluß der Übung sich erst bei einer großen Zahl von Serien geltend macht. Nun gehören solche Untersuchungen weder für die Vp. noch für den Versuchsleiter auf die Dauer zu den angenehmen Dingen. Mit trockenen Versuchsserien, gleichviel welcher Art, Kinder im Unterscheiden von Farben zu üben, wäre höchst unpädagogisch. Es hat sich aber ferner gezeigt, daß sicher durch allgemeine Emporbildung aller Fähigkeiten auch die einfachen Unterscheidungskräfte erhöht werden. Wo also das Kind systematisch und in allem Ernste — das bloß spielende Handarbeiten möchte ich ausgeschlossen wissen — angeleitet wird, seine sämtlichen Organe zu gebrauchen und sich im Gebrauch durch Selbstdisziplin zu verbessern, da fällt auch für die Unterscheidungsfähigkeit für Farben etwas ab. Ich kann wiederholend den Forderungen, die die ersten Schuljahre zum systematischen Ausbau der Sinnesfähigkeiten benutzen wollen, nach meinen Ergebnissen nur zustimmen. Das Kind wird dadurch im besten Sinne reif für spätere abstraktere Beschäftigungen.

Zum Schlusse sei mir gestattet, Herrn Dr. Brahn für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für methodische Ratschläge zu danken.

Herrn Assistent Handrick bin ich für theoretische und technische Winke zu Dank verpflichtet.

Literatur.

G. E. Müller, Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psycho-physischen Methodik. Wiesbaden 1904.

Wilhelm Wirth, Psychophysik, ferner Archiv für die gesamte Psychologie 20 u. 24.

Wundt, Psychologische Studien 6.

R. Schulze, Aus der Werkstatt der experimentellen Psychologie und Pädagogik. Leipzig. 3. Auflage.

Ament, Fortschritte der Kinderseelenkunde. Leipzig 1906.

Aars, Der ästhetische Farbensinn bei Kindern. Ztschr. f. päd. Psych. 1, 1899.

Baldwin, Distance and colour perception by infants Science volume 20, 1893.

Binet, Perception d'enfants. Revue philos. 1890.
— Die neuen Gedanken über das Schulkind. Deutsch von Anschütz und Ruttmann. Leipzig 1912.
Margrete Callnich, Versuch einer Analyse des Stimmungsgehaltes der Farbenerlebnisse. Archiv für die ges. Psych. 19.
Compayré, Die Entwicklung der Kinderseele. Deutsch von Ufer. Leipzig 1900.
Cuignet, De la vision chez le tout jeune enfant. Annales occulistiques. Tome 66.
Dehio, Von Preyer zitiert in Ztschr. für Psychol. und Physiol. 14. 1897.
Engelsberger und Ziegler, Beiträge zur Kenntnis der physischen und psychischen Natur des sechsjährigen, in die Schule eintretenden Kindes. Ztschr. für exp. Päd. 2. 1906.
Garbini, Evoluzione del senso cromatico nella infanzia. Archivo per l'anthropologia e l'ethnologia. Firenze 1894 (Resultate vide bei Engelsberger und Ziegler).
Guttmann, Bedeutung des Farbensinnes für das Berufsleben. Umschau Jahrg. 16. 1912.
— Untersuchungen über Farbenschwäche. Umschau 1909. Nr. 1.
Hall-Stimpfl, Ausgewählte Beiträge zur Kinderpsychologie und Pädagogik. 1902.
C. Heß, Über den Farbensinn im indirekten Sehen. Gräfes Archiv 35. Siehe auch Ztschr. für Psych. und Phys. 3/211.
Holden und Bosse, The developpement of the child's coloursense. Archiv of Ophthalmology vol. 29. 1900. Siehe auch Ztschr. für Psych. und Phys. 25.
Jones, Untersuchungen über die Reizschwelle für Farbensättigung bei Kindern. Veröffentlichung des Inst. für exp. Päd. u. Psych. des Leipz. Lehrervereins, Bd. II.
Lay, Experimentelle Didaktik. Wiesbaden 1904.
Lichtwark, Erziehung des Farbensinnes. Leipzig.
Otto Lipp, Über die Unterschiedsempfindlichkeit im Sehfelde unter dem Einfluß der Aufmerksamkeit. Archiv 19.
Lobsien, Über Farbenkenntnis bei Schulkindern. Ztschr. für Psych. und Phys. 34.
Magnus, Die methodische Erziehung des Farbensinnes. 1902.
Meumann, Vorlesungen zur Einführung in die exp. Päd. 2. Aufl. Bd. 1.
Meyers, Some observation on the Developpement of the Colour sense. British Journal of Psychology. Vol. 2.
Preyer, Farbenerscheinung und Abstraktion in der ersten Kindheit. Ztschr. für Psych. und Phys. 14.
— Die Seele des Kindes. 1900.
Raehlmann, Physiologisch-psychologische Studien über die Entwicklung der Gesichtswahrnehmungen bei Kindern und bei Blindgeborenen. Ztschr. für Psych. und Phys. 2 und 4.
— Über den Farbensinn des Kindes. Ophthalmologische Klinik 7. 1903.
A. v. Reuß, Erziehung des Farbensinns. Wien 1900.
K. Schäfer, Farbenbeobachtungen bei Kindern. Beiträge zur Kinderforschung und Heilerziehung. Heft 21. 1907.
Schuyten, Über den Farbensinn bei Schulkindern. Ztschr. für exper. Päd. 3.
Shinn, Körperliche und geistige Entwicklung eines Kindes. Deutsch von Gladbach und Weber, Langensalza 1905.
C. und W. Stern, Kindersprache.
Sully, Untersuchungen über die Kindheit. Deutsch von Stimpfl. 1904.
Tracy-Stimpfl, Psychologie der Kindheit. Leipzig 1899.
Wundt: Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Aufl. 1902. 2. Bd.
— Völkerpsychologie. 1900.
Ziehen, Ideenassoziation des Kindes. 2. Abhandlung.

Inhaltsübersicht.

Seite

1. Geschichtliche Einordnung und genauere Formulierung des Problems 73
2. Methode 79
3. Die Versuchspersonen 85
4. Die Gewinnung der Versuchsserien 86
5. Darstellung der Wirthschen Methode 87
6. Die Vorversuche 95
   a) Verhältnis der Radien 95
   b) Beleuchtung 96
   c) Verschiedene Raumlagen 97
   d) Behandlung der Versuchsperson 98
   e) Instruktion 98
7. Hauptversuche und generelle Ergebnisse 103
   a) Die einzelnen Farben 109
   b) Die beiden Raumlagen 113
   c) Der Verlauf der Kurven bei den Innenlagen 114
   d) Die Schwellen und konstanten Fehler 114
   e) Die Lagen „Nebeneinander“ und die Sukzessivdarbietung 115
8. Individuelle Ergebnisse 122
   a) Einfluß der Übung 123
   b) Familiäre Begabung 124
   c) Leistungen und Schulzensuren 124
9. Zusammenfassung der Ergebnisse 125
10. Schlußbemerkungen 127

Literatur 128

Manuskript eingegangen am 4. August 1913.

Vita.

Ich, Werner Kobelt, reformierter Konfession, wurde geboren den 9. Mai 1887 in Marbach, Kanton St. Gallen, Schweiz. Ich besuchte die Volksschule, Sekundarschule und in St. Gallen das Gymnasium. Dann studierte ich drei Semester in Zürich. Seit Oktober 1910 bis August 1913 besuchte ich die Leipziger Universität und hörte die Herren Barth, Brahn, Fischer, Hirth, Jungmann, Köster, Meumann, Merker, Sievers, Spranger, Volkelt, Wirth und Wundt. Ferner war ich Mitglied des philosophisch-pädagogischen Instituts und Seminars der Herren Prof. Meumann und Spranger, des psychologisch-pädagogischen Instituts des Herrn Dr. Brahn, des germanistischen Instituts und des Wundtschen psychologischen Laboratoriums.

Endlich war ich Mitglied des Instituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipziger Lehrervereins. Hier führte ich meine Arbeit durch, wobei mich das Institut in der zuvorkommendsten Weise unterstützte.